Monigner

30,051/B/2

MANUEL

DU

GALVANISME.

30,051/B/2

50662

MANUEL

DU GALVANISME,

OU

DESCRIPTION ET USAGE des divers Appareils Galvaniques employés jusqu'à ce jour, tant pour les Recherches Physiques et Chimiques, que pour les applications Médicales.

PAR JOSEPH IZARN,

Professeur de Physique au Lycée Bonaparte, de la Société Libre des Sciences, Lettres et Arts de Paris; de la Société Académique des Sciences; de la Société Galvanique, et chargé par elle des Cours qui font partie de ses séances.

OUVRAGE *mis au nombre de ceux qui doivent former les bibliothèques des Lycées.*

PARIS,

LEVRAULT, SCHOELL et C.nie, rue de Seine S. G., n.° 1295.

AN XIII. (1805.)

WELLCOME
HISTORICAL
MEDICAL
LIBRARY

AU SÉNATEUR

ABRIAL,

PRÉSIDENT DE LA SOCIÉTÉ GALVANIQUE.

SÉNATEUR,

Votre goût naturel pour les Sciences, ce goût qui fait votre bonheur, et vous rend l'ami de ceux qui les cultivent, suffisait sans doute pour attirer votre attention sur la conquête qu'elles

viennent d'ajouter à leur vaste domaine : mais elle vous offrit encore un attrait particulier.

Le Galvanisme, dès son origine, avait été signalé comme le Chemin des grandes Découvertes (1), *par ce Génie dont l'histoire aura besoin des preuves les plus authentiques pour n'être pas regardée, par nos neveux, comme une belle exagération d'un écrivain qui rêve des merveilles.*

Vous, que des services d'Etat avaient placé près de lui, vous connaissiez son coup-d'œil pénétrant et sûr, qui ne vit jamais que ce qui devait être, et vous attendîtes, de la découverte qu'il avait ainsi jugée, des résultats que vous avez voulu voir naître et provoquer vous-même. Telle est, sans doute, l'impulsion qui valut à la Société Galvanique l'honneur de vous compter parmi ses membres, avec plusieurs personnages

---

(1) Lettre du PREMIER CONSUL, au président de la première classe de l'Institut National.

illustres (1), *qui firent à son institution l'accueil le plus encourageant.*

Je laisse à celui qui doit recueillir et publier les travaux de cette Société, le soin de faire connaître ce qu'à produit cet intérêt général pour la découverte dont elle s'occupe ; mais, j'ai à m'en féliciter plus que tout autre ; j'ai enrichi, de vos observations, la nouvelle théorie d'électricité, dont je donnais les développemens sous la présidence du sénateur ABOVILLE ; *c'est sous la vôtre que je dois reproduire tous les faits galvaniques connus, pour en chercher les rapports et les liaisons, avec les faits généraux qui font la base des connaissances physiques.*

Le desir de remplir dignement cette tâche ho-

---

(1) Le second Consul CAMBACÉRÈS ; les sénateurs JOSEPH et LUCIEN BONAPARTE, ABOVILLE, LACÉPÈDE, LAMARTILLIÈRE, LAPLACE, LEMERCIER, LESPINASSE, PORCHER, VOLNEY ; le ministre de l'intérieur CHAPTAL ; les conseillers-d'état FOURCROY, MATHIEU, DUMAS ; les généraux BELAIR, MASSÉNA.

norable autant que flateuse, puisqu'elle me fut imposée par l'assentiment unanime de mes collègues, me fit entreprendre l'Ouvrage que je publie aujourd'hui. Mes vœux seront remplis s'il devient assez utile pour justifier l'accueil dont vous l'avez honoré.

Daignez agréer,

MONSIEUR LE SÉNATEUR,

---

l'hommage public de mon respect et de ma reconnaissance.

JOSEPH IZARN.

DISCOURS PRÉLIMINAIRE.

C'EST une bien douce jouissance pour le philosophe, lorsque, portant ses regards sur la marche de l'esprit humain, il voit les immenses conquêtes que lui a procurées l'art d'interroger la nature par l'expérience. Après l'avoir vu se traîner obscurément, pendant une longue suite de siècles, sans rien changer aux limites de ses connaissances, peut-on le voir, avec indifférence, prendre cet essor brillant et rapide, dont les effets toujours croissans nous présagent, pour les siécles futurs, des résultats bien au dessus de tout ce qu'on peut croire possible en ce moment. Comment fixer des bornes à nos espérances, quand on examine tout ce que nous avons acquis depuis l'heureuse époque dont je ne puis me défendre de reproduire ici le tableau,

tracé par l'un des plus éloquens, des plus illustres et le plus chéri de mes maîtres dans les Sciences physiques ?

« Après la longue servitude de plusieurs siècles, dit le célèbre FOURCROY (Syst. des connaissances Chim. Discours prélim. p. 10). Après le joug pesant du péripatétisme et des formules mal conçues d'Aristote, sous lequel les écoles étaient asservies et les esprits retenus captifs, parurent enfin les beaux jours préparés par Descartes, Galilée, où la pensée et le génie, débarrassés de leurs entraves, s'élancèrent à de nouvelles conquêtes. Au lieu d'obscurcir, par des commentaires, les ouvrages des anciens souvent défigurés ; au lieu de croire servilement à des propositions qui n'avaient pu emprunter, aux siècles qu'elles avaient traversés, que l'habitude d'être crues, on osa relever vers la nature un front humilié, interroger ses phénomènes, pénétrer son sanctuaire. L'observation prit la place

de l'aveugle et confiante crédulité. La grande idée de faire agir, entre les corps rapprochés artificiellement, les forces naturelles, et d'en déterminer l'existence, la direction et l'énergie, sortit comme du néant : l'art expérimental parut dans le monde comme une création nouvelle ; et cet astre, destiné à éclairer pour toujours un vaste horison, vint porter dans les esprits une lumière vive, inconnue jusqu'alors. Tout-à-coup, la physique, qui n'avait été jusque-là que le roman de la nature, en devint la fidèle interprète. Armée de machines et d'instrumens ingénieux, elle ajouta sa nouvelle puissance à la puissance trop isolée du génie; elle doubla ses forces, comme le levier, ajouté aux muscles de l'homme et des animaux, multiplie leurs effets. Un nouvel ordre de choses, un nouveau monde, plus précieux mille fois que celui dont l'ancien doit la conquête à Christophe Colomb, s'offrit à la philosophie : les Boyle, les Newton, les Mayou,

les Hooke, les Stahl, les Hales, les Boerhave y voyagèrent de découvertes en découvertes; et loin de détruire les hommes, de dépeupler de vastes contrées, d'allumer au cœur des rois, des conquérans et des aventuriers, la soif de l'or, des richesses et du luxe, comme l'avait fait la découverte de l'Amérique, ce monde expérimental amena de douces conquêtes, multiplia les jouissances des nations, enrichit toute la société et fit avancer à grands pas toutes les branches de la philosophie naturelle ».

Les produits de cette source féconde, nous sont assurés désormais pa la grande impulsion donnée à tous les esprits vers l'étude des sciences naturelles, et par l'espèce de ridicule dont se couvre chaque jour davantage ce faible reste de sophistes, dont les derniers cris ne peuvent ni détourner ni retarder la marche générale. Non-seulement ils nous sont assurés, mais ils doivent s'accroître encore par le per-

fectionnement même de l'art expérimental qui les procure, et par les relations les plus actives entre tous les savans de l'Europe, qui ne montrèrent jamais un aussi noble désintéressement à se communiquer leurs découvertes.

Cette impulsion n'est pas un goût passager : elle est fondée sur la certitude bien acquise, et chaque jour confirmée, que tout ce qui nous environne peut avoir avec nous, avec notre propre existence, des rapports plus ou moins frappans, et que placés au milieu d'une foule d'êtres dont nous avons sans cesse quelque chose à craindre ou à espérer, il est raisonnable de chercher à les connaître pour en éviter ou s'en procurer les effets. Le goût pour les sciences, qui placent les Jenner, les Guyton parmi les premiers bienfaiteurs de l'humanité, tient de très-près à l'instinct de la conservation, et doit être aussi durable que lui.

C'est ainsi que les découvertes qui sem-

blaient toucher aux ressors de la vie, furent toujours reçues avec avidité, accueillies avec enthousiasme, et par cela même, le plus souvent mal jugées. L'homme, et sur-tout le vulgaire, est toujours disposé à s'élancer dans l'avenir, à concevoir les plus flatteuses espérances; mais il ne peut souffrir ni lenteur ni incertitude; il y renonce aussi promptement qu'il les forma, si le succès ne les suit aussitôt. Dans de telles dispositions, le sort d'une découverte doit tenir principalement à la facilité dans la production de ses effets, et à la possibilité de les produire sur-le-champ et à toute heure. S'il faut du tems pour les apprécier, s'il faut attendre des circonstances particulières pour en faire l'application, elle court le risque d'être à jamais inutile. Il en est de même si les effets qu'elle promet ne sont point désignés d'une manière précise, et sur-tout s'ils font nombre; car alors elle prête à l'exagération de l'enthousiasme, qui nuit

bien plus souvent qu'il ne sert; on en exige beaucoup plus qu'elle ne peut donner; on est nécessairement déçu d'une telle espérance, et dès-lors on ne croit plus même à ce qu'elle a produit.

Faut-il prouver par des exemples ce que je viens d'avancer ici? Je n'ai qu'à jeter un coup-d'œil sur l'Histoire de l'Électricité, du Magnétisme animal, de la Vaccine, et de la Désinfection Guytonienne.

Quelle découverte en physique avait fait jamais une sensation plus générale que celle d'un moyen de produire, dans le corps humain, une secousse, un ébranlement aussi rapide que l'éclair, et d'autant plus surprenant que la cause en était plus occulte? Chacun voulait éprouver par lui-même un effet qui tenait du prodige, et l'on vit sur les places publiques des tables garnies de bouteilles de Leyde, pour lesquelles le peuple oubliait quelquefois, aux jours de Fête, celles dont

les effets, beaucoup moins rapides et surtout moins nouveaux, n'avaient pour lui rien d'étonnant. Quelles ressources ne crut-on pas voir, dans cette découverte, pour la Médecine! Quelles merveilles ne publia-t-on pas d'abord sur ses effets! Mais quelle fut la suite de cet enthousiasme? Les observateurs, ainsi que les sujets d'observations, se fatiguèrent bientôt d'une espérance d'autant plus souvent déçue, qu'elle avait été plus exagérée, et le bien réel (1) que cette découverte peut produire dans le traitement des maladies,

(1) Aux preuves nombreuses publiées jusqu'à ce jour, sur l'utilité de l'électrisation dans certains cas de maladies, MM. Ledru père et fils ajouteront bientôt le résultat de plus de six milles observations, dont la plupart ont eu pour témoins pendant plusieurs années, des commissaires de la Faculté de Médecine de Paris. Ces savans se livrent à ces observations depuis 1770. avec un désintéressement audessus de tout éloge, et qui ne peut être soutenu que par les heureux effets qu'ils ont souvent l'avantage de produire.

est

est, en général, méconnu ou regardé comme chimérique.

Pourrions-nous croire aujourd'hui, si la chose ne s'était passée, pour ainsi dire, sous nos yeux; pourrions-nous croire qu'il eût jamais existé dans des têtes humaines, des prétentions semblables à celles de Mesmer et de ses adeptes? Un individu produisant sur un autre des effets physiques, sans employer d'autres moyens qu'une détermination de sa volonté: l'individu soumis à cette action, passant de l'état ordinaire à celui d'une sorte d'oubli de son existence, montrant alors une prescience dont jamais il ne s'était soupçonné capable, et qu'il va perdre aussitôt qu'il cessera d'être sous l'influence d'une volonté étrangère; et cet état de prescience et d'oubli de lui-même, pouvant être utilisé pour connaître l'état maladif de celui-là même qui n'avait point de maladie apparente, pour décrire quelle serait l'issue de cette maladie, si on l'abandon-

nait aux moyens ordinaires, et quels étaient ceux qu'il fallait employer pour que le résultat fût moins funeste! Il faut convenir que jamais découverte ne s'annonça d'une manière plus propre à exciter les préventions et à se faire mal juger. Il était trop naturel que chacun desirât connaître par lui-même un état si étrange, qui pouvait avoir des suites si heureuses. Mais lorsqu'il fallut avouer que tous n'y étaient pas propres, et que le nombre de ceux qui l'étaient fut restreint à quelques êtres faibles et d'une imagination très-mobile, le ridicule accompagna ce singulier privilège ; on traita de visionnaires, et les dispensateurs et les privilégiés.

Ainsi l'exagération nous fit perdre, encore une fois, un moyen réel de produire, dans le corps humain, des changemens qui pouvaient lui être utiles.

La découverte de Jenner devait sans doute éprouver des obstacles. Quelle est

l'innovation qui n'en éprouve point? Mais elle était de nature à prévaloir et à être admise. Elle est à l'abri de l'exagération, puisqu'elle n'a qu'une maladie à combattre; l'expérience est facile et peut se faire à chaque instant; elle a pour sujets tous ceux qui n'ont pas encore éprouvé le fléau dont elle s'offre comme préservatif. Aussi les premiers succès disposèrent tous les bons esprits à en faire un examen suivi; et le résultat répondant pleinement à leur attente, chacun concourut de son mieux à propager une opération qui bientôt aura mis l'espèce humaine à l'abri d'un de ses fléaux les plus destructeurs.

Un autre fléau non moins terrible, quoique moins général, celui qui résulte de la production des miasmes contagieux et pestilentiels, peut être arrêté et détruit aussitôt que connu, par un moyen très-simple, découvert et employé, depuis près de trente ans, par M. Guyton de Morveau. Ce savant illustre n'a rien omis

pour donner à sa découverte toute l'utilité dont elle était susceptible; il en a décrit les effets; il a réduit à leur plus grande simplicité les moyens d'exécution. Mais quoique dans aucun siècle peut-être il ne puisse se présenter autant d'occasions de l'utiliser, que dans les dix années que nous venons de parcourir, cette précieuse découverte est encore peu connue et très-rarement mise en usage. Telle est notre inconcevable indifférence pour tout ce qui n'offre pas l'intérêt du moment; on ne se souvient plus du procédé salutaire, lorsque l'occasion de l'employer se présente. Des Médecins Espagnols avaient chassé devant eux, par le procédé de Guyton, la fièvre jaune qui dépeuplait Cadix, lorsque la même maladie détruisit nos armées à Saint-Domingue, sans que l'on songeât à l'opposer à ses ravages.

D'après tout ce que nous venons de di-

re, le sort de la découverte de Galvani était prévu d'avance. Elle touche aux ressorts de la vie, elle devait fixer l'attention générale. Elle prête beaucoup à l'exagération; on devait en concevoir de frivoles espérances. Il faut de très-nombreuses observations pour bien distinguer les cas où son application pouvait être utile au corps humain, d'avec ceux où elle pouvait être nuisible; mais on ne devait pas présumer qu'on eût la patience d'en attendre les résultats. Cette découverte devait donc avoir d'abord beaucoup d'éclat, et puis tomber comme les autres dans une sorte d'oubli.

Mais, quoique depuis longtems on n'électrise plus sur les places publiques, l'électricité n'en est pas moins l'objet de l'étude constante et la plus soutenue des physiciens les plus célèbres; et de ce que les nouvellistes n'ont plus rien à dire sur le Galvanisme, il n'en résulte en aucune manière, que la découverte soit abandon-

née comme inutile ; mais seulement qu'elle ne peut remplir des espérances trop légèrement conçues.

Le Galvanisme ne viendra pas renverser le cours de la nature, faire rétrograder vers l'existence et renouer le fil de nos jours, après qu'il est rompu ; mais il peut être très-utilement employé pour l'espèce humaine, dans beaucoup de circonstances qu'il ne s'agit que de bien observer pour les bien décrire, pour les rendre faciles à reconnaître, et pour les distinguer de celles où il pourrait devenir très-nuisible. Tel est le but constant des travaux d'une Société d'hommes recommandables par leurs connaissances et par les qualités nécessaires à ce genre d'observations. Le résultat de leur travail, lorsqu'elles seront assez nombreuses, montrera ce que l'on doit en attendre, et ce qu'il n'en faut pas exiger.

Mais indépendamment de son application à la Médecine, n'est-ce donc rien que les

résultats physiques et chimiques qu'elle a produits depuis le petit nombre d'années qui nous séparent de son origine? Tout cela, sans doute, doit être indifférent pour le vulgaire qui n'en est point frappé; mais ceux qui s'en occupent savent bien que le Galvanisme, n'eut-il été jusqu'ici d'aucune utilité pour l'art de guérir, n'en sera pas moins encore le chemin des grandes découvertes, et qu'il est impossible que les expériences se multiplient et soient variées dans des vues différentes, sans qu'elles donnent des résultats propres à étendre les bornes de nos connaissances physiques, chimiques et physiologiques.

Les difficultés que j'ai éprouvées en cherchant à répéter les principales expériences galvaniques, m'ont fait concevoir le plan de l'ouvrage que je donne au public. Tout ce qu'on a écrit jusque ici, du moins en France, sur cette nouvelle branche de la physique, présente beaucoup de résultats; c'est l'énoncé d'un grand

nombre de faits; mais quand on a lu très-attentivement ces divers ouvrages, on est encore bien loin d'être en état de reproduire soi-même les faits énoncés. Or, ceux qui s'occupent de physique savent quelle distance il y a entre les connaissances acquises par le récit des faits, et celles que procure l'expérience elle-même. Par le premier moyen, on peut se tenir au courant de la science; mais ce n'est que par le second qu'on peut la faire avancer.

Je sais, par moi-même, que je dois plus au cabinet de physique de Sigaud de Lafond, qu'aux différens traités écrits sur cette Science, quelque soit d'ailleurs leur mérite. Un ouvrage semblable était à desirer pour le Galvanisme. J'en ai le premier senti le besoin; et le genre de mes occupations habituelles m'a naturellement conduit à ce travail.

J'ai trop souvent éprouvé, dans mes études, et particulièrement en m'occu-

pant de Galvanisme, combien le défaut de méthode affaiblit l'utilité d'un ouvrage quelconque, pour ne pas chercher à en mettre dans celui-ci. Je ne me suis pas contenté de décrire les instrumens connus, mais j'en ai désigné l'usage, en les faisant servir à répéter les expériences auxquelles ils sont propres, et ces expériences sont placées dans un ordre qui présente la marche de la science elle-même.

La division que j'ai adoptée, est telle qu'il est bien difficile qu'on ne trouve de suite l'instrument et l'expérience dont on voudra s'occuper, et que la place de ceux que l'on pourra imaginer par la suite leur est assignée d'avance.

Ainsi, je mets le lecteur à portée de prendre le Galvanisme à son origine, de le suivre, pas à pas, d'expérience en expérience, de découverte en découverte, et de voir les modifications et les applications que l'on en a su faire. Je lui montre les pierres d'attente qu'ont laissées

nos prédécesseurs dans plusieurs points de l'édifice, à l'achèvement duquel chacun est appelé. Ce plan est donc, à-la-fois, celui d'*une Histoire* et *d'un Traité Pratique du Galvanisme*. Je desire que l'exécution ne fasse pas regretter qu'il n'ait été conçu par un autre.

MANUEL

DU

GALVANISME.

SECTION PREMIÈRE.

*Origine et progrés du Galvanisme jusqu'à la découverte de l'*Electromoteur *de* Volta.

Les effets naturels que l'on a nommé *galvaniques* ont eu lieu, depuis que la matière existe, tout autant de fois qu'il y a eu concours de circonstances nécessaires à leur production ; ils ne sont donc nouveaux que dans l'histoire des connaissances humaines, dont ils ne faisaient point partie avant les travaux de *Galvani*, parce qu'ils n'avaient pas été apperçus, ou qu'ils l'avaient été inutilement.

Cette section fournira des preuves de cette vérité, en présentant, dans le premier article, la description de quelques effets de ce genre, connus long-tems avant les travaux de Galvani: le second contiendra les expériences qui conduisirent Galvani à la découverte principale; je décrirai, dans le troisième, celles qui furent faites, depuis cette première époque, jusqu'à la découverte de l'*Electromoteur* de *Volta*.

ARTICLE PREMIER.

Des effets galvaniques connus avant la découverte de Galvani.

Il est arrivé, très-souvent sans doute, à des cuisiniers, à des bouchers, etc., de toucher quelques nerfs de l'animal qu'ils venaient de tuer, tandis que les muscles étaient placés sur un autre, dont leur corps ou leurs bras formaient la chaîne de communication; il en est résulté des mouvemens qui n'ont point fixé l'attention de celui qui en était témoin, parce qu'il les regardait comme des effets mécaniques ou comme des mouvemens produits par un reste de vitalité,

souvent apperçus dans des grenouilles, des canards, des anguilles, etc.

A combien de personnes ne doit-il pas être arrivé que, tenant une boucle d'argent à la bouche, la langue aura touché à-la-fois et l'argent et l'acier dont la boucle était composée? Il en sera résulté une saveur légère, mais qui n'aura abouti qu'a faire changer machinalement la position de la boucle ou de la langue, sans porter à rechercher la cause de cette sensation.

Le hasard seul pouvait présenter de tels effets à un observateur, qui ne fût pas indifférent sur leur origine; mais ce n'est pas Galvani qui les vit le premier, comme le prouvent les expériences de *Sulzer* et de *Cotugno*.

§. Ier.

Expérience de SULZER.

a b (*fig.* 1.re) est une lame d'argent, *z b* une lame de zinc. Quand on les place l'une sur la langue *l*, et l'autre dessous, de manière qu'elles soient séparées l'une de l'autre par la langue et par l'air, on n'éprouve que la sensation d'un corps étranger et poli appliqué à cet organe; mais si l'on fait toucher les deux lames *a* et *z*

*

par l'extrémité *b*, qui n'était séparée que par l'air, en les laissant toujours toucher à la langue par l'autre bout, comme on le voit (*fig.* 2), on éprouve, à l'instant du contact, une saveur d'autant plus piquante, que les métaux employés se trouvent plus éloignés l'un de l'autre dans cette série : *or, argent, cuivre, fer, étain, plomb, zinc.*

Sulzer, qui publia cette expérience en 1767, dans sa Théorie générale du Plaisir, ne la rapporte que pour servir de preuve aux principes qu'il adopte sur les sensations. Il la cite, dans une note, comme un fait connu, plutôt que comme une expérience qui lui appartienne : il est très-probable, d'après la manière dont il en parle, qu'elle est consignée dans d'autres écrits antérieurs au sien. En répétant cette expérience, il arrive souvent que la sensation qu'on éprouve à la langue, est accompagnée d'une autre affection, d'une espèce de lueur qui passe devant les yeux. Ce fait demeura longtems oublié dans l'ouvrage de Sulzer.

§. II^e.

Expérience de COTUGNO.

Cotugno, savant professeur d'anatomie à Naples, rapporte, dans le Journal Encyclopédique

de Bologne, pour 1786, qu'un de ses élèves se sentant blessé au bas de la jambe, y porta la main et prit une souris qui le mordait. L'ayant aussitôt étendue sur la table pour la disséquer, il fut très-surpris, en touchant avec son scalpel, le nerf diaphragmatique de l'animal, d'éprouver une commotion électrique assez forte pour lui engourdir la main.

Ce fait se trouve différemment rapporté dans d'autres ouvrages; mais tous ceux qui en ont parlé s'accordent à dire que ce phénomène, apperçu ou rapporté par Cotugno, fit beaucoup de sensation en Italie, et donna lieu aux recherches de Vassalli, qui conjectura que la nature avait quelques moyens pour conserver et retenir l'électricité accumulée dans quelque partie du corps animal, afin de s'en servir au besoin selon ses vues; et que pour confirmer cette opinion, il entreprit les expériences qu'il publia en 1789.

C'est à cette même impulsion, selon ces auauteurs, que nous devrions aussi les recherches de Galvani; mais, s'il faut en croire Aldini et plusieurs savans Italiens, on ne pensait plus à l'expérience de Cotugno, lorsque Galvani fut conduit à ses recherches par un évènement imprévu. D'après leur témoignage, et sur-tout d'après la manière dont Galvani raconte lui-

même l'origine de ses travaux, il parait que le fait rapporté par Cotugno aura fait, en Italie, un peu plus de bruit que celui de Sulzer; mais qu'il s'était borné à faire naître, dans l'esprit de quelques physiciens, de simples conjectures auxquelles on n'avait pas donné suite. S'il en était autrement, on ne voit pas pourquoi l'on aurait donné à Galvani la gloire de cette découverte; il ne peut l'avoir méritée, que parce qu'il n'a pas été témoin indifférent d'un fait mal vu jusqu'à lui, et qu'il a su fixer, sur ce fait, l'attention de tous les savans de l'Europe.

ARTICLE DEUXIÈME.

Faits et expériences qui conduisirent Galvani à la découverte principale, qui porte son nom.

Exp. Ier.

Préparation. Prenez une grenouille convenablement préparée, l'ayant placée sur un support *S*, à deux ou trois décimètres de distance du conducteur d'une machine électrique (*fig.*3); faites soutirer des étincelles en présentant un ex-

citateur quelconque *E* au conducteur *C*; tandis que, d'un autre côté, vous approchez un poinçon métallique des nerfs de la grenouille *n n* qui se trouvent découverts.

Effets. A chaque étincelle qui partira de *C* sur *E*, vous verrez, dans les muscles de la grenouille, des mouvemens convulsifs très-marqués.

OBSERVATION.

La manière de préparer les grenouilles n'est pas indifférente pour le succès de certaines expériences de ce genre. J'ai eu souvent occasion de remarquer que plusieurs phénomènes étaient modifiés par des circonstances qui ne tenaient qu'à quelque négligence dans la préparation. Je me suis convaincu, par plusieurs observations, qu'il fallait sur-tout apporter le plus grand soin à répandre le moins de sang qu'il est possible; parce que si le doigt ou les mains en reçoivent, il est difficile qu'on ne salisse les cuisses de la grenouille, dans les diverses manipulations qu'on doit faire; et j'ai toujours vu qu'il en résulte un affaiblissement considérable dans les effets dont nous allons bientôt parler. Voici comme je suis parvenu à préparer, de la manière la plus favo-

rable aux succès des expériences, ces animaux, qui sont le plus souvent employés, non-seulement parce qu'ils sont les plus faciles à se procurer, mais encore parce que leur grande excitabilité les rend plus utiles pour ces sortes de recherches.

Je prends la grenouille dans ma main gauche, et la tenant de manière qu'elle ne puisse se mouvoir et que la tête seule soit au-dehors, je passe la pointe aigue d'une des lames des ciseaux un peu au-dessus des deux pattes de devant, où, perçant la peau, je vais prendre, par cette même lame inférieure, le dessous des vertèbres cervicales. Ainsi je sépare la tête du tronc de manière que le tout tient encore par la peau de dessous; alors, passant la lame inférieure des ciseaux sous la peau, dans la direction des vertèbres dorsales, je fais une incision qui sert à dépouiller totalement la grenouille : de sorte que la peau entière tient avec la tête, et que tout ce qui appartient au ventre est emporté à-la-fois. Quand je coupe les parties latérales qui enveloppent les intestins, j'ai soin de tenir les cuisses de la grenouille plus élevées que tout le reste, pour éviter qu'elles ne reçoivent aucune goutte de sang ou d'autres liqueurs qui pourraient s'épancher par ces incisions. Il faut aussi avoir des ciseaux

bien tranchans, et couper net les parties abdominales, pour ne pas enlever la gaine des muscles des cuisses.

La grenouille étant ainsi dépouillée, je la prends de la main droite, toujours par les pieds, et j'empoigne un linge de la main gauche, afin de bien nétoyer et sécher cette main. J'y replace la grenouille en l'étendant sur son dos, et passant la lame supérieure des ciseaux sous les nerfs cruraux ou sciatiques; de manière que ces nerfs se trouvent sur le dos de cette lame, tandis que la lame inférieure est au-dessous du corps; je coupe la première vertèbre lombaire; je replie sur le dos de la main la partie du tronc qui tient à l'extrémité des nerfs sciatiques, et je coupe la dernière des lombaires. Le tronc se trouvant alors séparé des cuisses, et n'y tenant que par les nerfs, je coupe, de ce tronc, tout ce qui est inutile, et ne laisse tenir aux nerfs que deux vertèbres dorsales, ayant soin, dans tous les mouvemens subséquens, de ne les faire communiquer avec les cuisses qu'au moment de l'observation.

Expérience 2^me^.

Les choses étant dans le même état que pour l'expérience précédente (*fig.* 3), et l'électrisation continuant toujours, enlevez l'excitateur *E*, et bornez-vous à toucher, avec le même poinçon *P*, les nerfs de la grenouille *n n*.

Effets. Vous ne verrez, dans la grenouille, aucun mouvement, quelque incitation que vous puissiez exciter mécaniquement sur ses nerfs; mais ces contractions reparaîtront aussitôt que vous ferez de nouveau partir les étincelles du conducteur *C*, en lui présentant encore l'excitateur *E*.

Galvani s'apperçut bientôt, en répétant souvant cette expérience, que les effets n'étaient pas constans, c'est-à-dire, que chaque étincelle soutirée du conducteur, ne produisait pas une contraction dans la grenouille. Ayant recherché très-attentivement quelle pouvait être la cause de ces variations, il crut pouvoir les attribuer à la nature du corps que l'on approchait des nerfs de la grenouille, tandis qu'on faisait partir les étincelles du conducteur, et que l'effet n'avait lieu que quand il présentait la lame du scalpel (dont il se servait dans ce moment), tandis

qu'il manquait constamment quand il en présentait le manche. Pour dissiper toute incertitude à cet égard, il fit l'expérience suivante:

Expérience 3me.

L'appareil étant le même que dans les expériences 1 et 2, il se servit, au lieu du scalpel, tantôt d'un petit cylindre de verre *V*, et tantôt d'un petit cylindre à-peu-près semblable, mais de fer *F*.

Effets. Quand il approchait le cylindre de verre, il ne voyait aucun mouvement dans la grenouille, quoique l'on soutirât un grand nombre de fortes étincelles; mais les contractions musculaires correspondirent au départ de ces étincelles, aussitôt qu'il présenta le cylindre de métal.

Galvani crut avoir ainsi confirmé la vérité de ses soupçons, et pouvoir en conclure que le contact d'un corps conducteur, avec les nerfs de l'animal, était nécessaire à la production de l'effet. Restait encore à savoir quel était celui qui y contribuait le plus, ou du cylindre de fer (*fig.* 3), ou de l'individu qui le présentait en le tenant dans sa main.

Expérience 4^me^.

Avec le même appareil (*fig.* 3), il répéta l'expérience précédente, avec cette différence qu'au lieu de présenter lui-même la tige de métal *F* aux nerfs de la grenouille, il l'abandonna sur le guéridon auprès de ces mêmes nerfs.

Effets. Les étincelles partaient, dans ce cas, sans qu'il se produisît aucun mouvement musculaire dans la grenouille.

Expérience 5^me^.

Avec le même appareil, il répéta l'expérience précédente, en ajoutant à la tige de métal un fil métallique assez long pour aller de cette tige jusqu'à terre.

Effets. Les mouvemens des muscles de la grenouille se firent remarquer, dans ce cas, à mesure que l'on faisait partir les étincelles.

De tous ces faits, Galvani se crut en droit de conclure, que non-seulement il fallait un conducteur appliqué aux nerfs de l'animal, mais encore que ce conducteur devait avoir une certaine étendue.

OBSERVATION.

En répétant ces diverses expériences dans mes cours, j'ai eu souvent occasion de me convaincre du peu de solidité de cette assertion de Galvani; et j'ai vu que ce conducteur, qu'il regarde comme indispensable, ne fait tout au plus qu'ajouter à l'effet et rendre le succès de l'expérience plus certain, en suppléant à l'excitabilité qui manque quelquefois à l'animal. C'est ce que je démontre par l'expérience suivante :

Expérience 6me.

Préparation. Placez une grenouille, convenablement préparée, sur un guéridon, en éloignant d'elle tout corps conducteur; mettez-la même sur un petit isoloir de cristal (*fig.* 4), et approchez cet appareil à un décimètre ou deux d'un conducteur de machine électrique; faites électriser et soutirer des étincelles du conducteur.

Effets. Chaque étincelle produira des mouvemens dans les muscles de la grenouille; et si ces mouvemens n'ont pas lieu, remplacez cette grenouille par une autre plus récemment et plus

soigneusement préparée. Vous en trouverez certainement qui se contracteront dans les mêmes circonstances; ce qui vous prouvera que le non-succès, dans le premier cas, ne pouvait tenir qu'au peu d'excitabilité de la grenouille mise en expérience. Or, quand elle est établie sur le petit isoloir de cristal, elle n'a de conducteur d'aucune espèce; il n'est donc pas indispensable pour obtenir les contractions.

Revenons aux expériences de Galvani.

Expérience 7^me^.

Ayant fixé, auprès d'un conducteur de machine électrique *C* (*fig.* 3), un fil de métal isolé, *d, m, t,* il le conduisit dans plusieurs pièces de son appartement (*fig.* 5). A l'extrémité la plus éloignée de la machine électrique, il accrocha une tige métallique *T*, à laquelle était suspendue, par ses nerfs cruraux, une grenouille préparée *G*, de manière que ses pieds touchassent à un corps conducteur *S*.

Effets. Malgré cette distance, lorsque l'on soutirait des étincelles de la machine électrique, par l'excitateur *E*, la grenouille se contractait en même-temps dans l'autre pièce de l'appartement.

Expérience 8me.

Il répéta l'expérience précédente, par le moyen du fil de fer de la sonnette, ou bien en se servant du même conducteur, qu'il faisait supporter, cette fois, par des meubles et par la serrure des portes, au lieu de l'isoler comme dans l'autre expérience.

Effets. Les étincelles excitées dans une pièce de l'appartement, faisaient contracter la grenouille dans l'autre; mais, dans cette circonstance, les contractions étaient beaucoup plus faibles. Il en a excité sur des grenouilles placées au-dehors de l'appartement, par la croisée, dont les vitres étaient fermées.

Expérience 9me.

Préparation. Pour examiner jusqu'à quel point l'air qui sépare l'animal de la machine électrique, pouvait influer sur le phénomène, il prit un récipient de cristal *R* (*fig.* 7), planta, dans un bouchon qui tenait au haut du récipient, un crochet métallique auquel était suspendue une grenouille préparée G, et plaça cet appareil sur un réservoir d'eau ou de mercure *BM*, auprès d'une machine électrique *C* (*fig.* 3).

Effets. Quand on fit partir les étincelles du

conducteur de la machine, les contractions musculaires eurent lieu comme à l'ordinaire.

Expérience 10^me^.

Sur le récipient de l'expérience précédente, il en mit un plus grand *R G* (*fig.* 8).

Effets. Les étincelles étant excitées de nouveau, les contractions parurent encore.

Expérience 11^me^.

Au lieu de placer l'appareil *R* (*fig.* 7) sur une nappe de mercure ou d'eau, il le plaça sur le plateau d'une machine pneumatique, assez près du conducteur d'une machine électrique. Il fit le vide sous le récipient, et soutira des étincelles du conducteur *C*, par l'excitateur *E* (*fig.* 3).

Effets. Les mouvemens musculaires eurent lieu à-peu-près dans la même intensité, avant qu'on fît le vide d'air, après qu'il fut fait et lorsque l'air fut rendu sous le récipient.

Après avoir ainsi recherché l'influence de l'électricité produite artificiellement, on peut examiner encore, avec Galvani, les effets de l'électricité de l'athmosphère, par les expériences suivantes :

Expérience

Epérience 12.me

Préparation. Au défaut d'un paratonnerre, fixez dans le mur et dans la partie la plus élevée de la maison, une tige de fer terminée en pointe *T F* (*fig.* 9); accrochez, au bas de cette tige, un fil de métal *C C* assez long pour descendre sur le parapet d'un puits, ou très-près du sol, à défaut d'un puits. Lorsque le tems deviendra orageux, ou que le ciel sera couvert de nuages, adaptez, à l'extrémité de ce conducteur métallique *CC*, une grenouille convenablement préparée, de manière qu'elle tienne au conducteur par ses nerfs découverts *n n*, tandis qu'un autre fil métallique, partant de ses muscles *m m*, descendra dans l'eau du puits, ou s'enfoncera dans la terre jusqu'à une certaine profondeur.

Effets. Lorsque l'orage éclatera, vous verrez, chaque coup de tonnerre, produire des contractions dans les muscles de la grenouille, comme le fesaient les étincelles dans les expériences précédentes.

Si l'orage est violent, on observera les contractions musculaires dans les grenouilles, même sans qu'elles tiennent au fil conducteur *CC*, il suffira de les tenir accrochées, par leurs nerfs

cruraux, à une tige métallique *G G G*, les contractions seront, dans toutes ces grenouilles, d'une durée à-peu près égale à celle des roulemens que produit le tonnerre. Il n'est même pas nécessaire que l'éclair éclate ou que le tonnerre se fasse entendre pour que les contractions musculaires aient lieu; le passage d'une nuée orageuse suffit très-souvent pour les produire, lors même que les électromètres, armés de pointes, ne donnent que de très-faibles marques d'électricité.

Tels sont les faits principaux qui furent d'abord observés par Galvani; il les varia encore dans quelques expériences accessoires, mais sans sortir du cercle des machines électriques, des électrophores, de la bouteille de Leide, du condensateur et de l'électromètre. Ce furent donc là les premiers instrumens galvaniques dont la description serait sans doute superflue. Les expériences que je viens de décrire ici, n'y ont trouvé place, que parce que c'est à elles que nous devons la connaissance des phénomènes d'un ordre différent, qui constituent plus spécialement cette nouvelle branche de la physique, qu'on appelle *le galvanisme*. L'article suivant est consacré à la description de ceux de ces phénomènes qui furent connus les premiers.

ARTICLE TROISIÈME.

Expériences galvaniques antérieures à la découverte de l'Électromoteur de Volta.

Après avoir examiné l'influence de l'électricité dans un tems d'orage, Galvani voulut essayer ce qui arriverait à des grenouilles ainsi préparées, s'il les exposait à un air calme. Dans ce dessein, il en accrochait, de tems en tems, à une grille de fer à l'entrée de son jardin. Assez souvent il remarqua des mouvemens convulsifs, dans des momens les plus éloignés de toute apparence d'orage.

Il attribua d'abord ces mouvemens à des changemens qui pouvaient avoir lieu dans l'athmosphère, et crut avoir trouvé un nouveau moyen de nous faire connaître ces changemens inapperçus jusqu'alors. Dans cet espoir, il se tint en observation pendant plusieurs jours et à différentes heures, mais ces mouvemens ne reparurent point; et fatigué d'une attente inutile, il prit ces grenouilles par le crochet de cuivre fixé dans leur épine médullaire, et multipliant ou variant les contacts à travers les barreaux

de la grille, il cherchait si les contractions n'étaient pas étrangères à l'état électrique de l'air. Il les apperçut en effet assez souvent sans pouvoir les attribuer à cette cause : peu s'en fallut néanmoins qu'il ne les regardât comme des effets du fluide électrique accumulé dans l'animal, et se portant sur les barreaux de fer, lorsqu'il les touchait avec le crochet auquel la grenouille était fixée. Il est très-facile, dit-il à ce sujet, de s'abuser en expérimentant, et de croire réellement que les choses sont telles qu'on a pensé ou souhaité qu'elles fussent.

Heureusement il ne s'en tint pas là, et après avoir emporté, dans son cabinet, la grenouille pendante à son crochet de cuivre, il la plaça sur une plaque de fer, et il vit les mouvemens convulsifs se renouveler au moment où le crochet de cuivre toucha à la lame de fer. Frappé de ce retour, il plaça l'animal sur une autre lame métallique, et le même effet se présenta de nouveau. Ravi d'étonnement, il ne cessa de répéter l'expérience, en plaçant l'animal sur différens corps, à toute heure du jour, et pendant plusieurs jours consécutifs, le phénomène eut toujours lieu ; il n'y avait de différence que dans l'intensité des effets, ce qui tenait évidemment à la nature des corps métalliques avec

lesquels on faisait le contact; car il vit bientôt qu'ils étaient nuls, lorsqu'il plaçait l'animal, avec son crochet, sur des corps idio-électriqués, tels que le verre, la résine, etc.

C'est ici que je trouve la véritable origine du Galvanisme. C'est-là son point de départ, c'est-là que commence à se montrer la branche nouvelle qui sort du vaste tronc des connaissances physiques; c'est delà que le Galvanisme s'est avancé rapidement dans le domaine de sciences, sans que nous puissions raisonnablement fixer encore le point où il s'arrêtera. Jetons nous sur ses traces, examinons l'espace qu'il a parcouru, et que de nouveaux efforts le fassent avancer encore pour le bonheur de l'espèce humaine. Puissé-je, en augmentant le nombre des observateurs par les moyens que je leur présente, avoir contribué en quelque chose à ses progrès!

Les phénomènes galvaniques antérieurs à la découverte de l'électromoteur de Volta, furent produits, 1.°, par des *armatures* hétérogènes; 2.°, par des armatures homogènes, ou par le contact de conducteurs métalliques du nerf au muscle, mais sans armatures; 3.° sans aucune influence métallique et par le seul contact de substances animales du nerf au muscle; 4.°, enfin, par le contact immédiat d'un nerf

mis à nu, avec un muscle du membre auquel ce nerf appartient. Nous allons décrire, dans un égal nombre de paragraphes, ces différentes manières de produire des effets galvaniques.

§. Ier.

Phénomènes galvaniques par les armatures hétérogènes.

On donne le nom générique d'*armatures* aux substances dont on enveloppe, ou sur lesquelles on place les parties nerveuses et musculaires de l'animal que l'on se propose de galvaniser.

Suite des expériences de Galvani.

Exp. 13me.

Plantez un crochet de cuivre *C* dans les vertèbres dorsales d'une grenouille (*fig.* 10), et, tenant ce crochet d'une main, faites reposer les pieds de l'animal sur un plat ou une lame d'argent *P*; portez l'autre main sur ce plat immédiatement, ou touchez-le avec une baguette de métal que vous tiendrez à la main.

Effets. Chaque fois que vous toucherez ainsi le plat d'argent, la grenouille que vous tenez à l'autre main éprouvera des contractions.

Expérience 14me.

Tenant la grenouille de la main gauche, de manière que ses pieds reposent sur le plat d'argent, comme dans l'expérience précédente, faites toucher le plat par une autre personne, avec laquelle vous n'aurez aucune commmunication.

Effets. Ces contacts ne produiront aucun mouvement dans la grenouille.

Expérience 15me.

Mais cette personne touchant au plat d'argent sur lequel repose la grenouille, comme dans l'expérience précédente, établissez avec elle une communication, en lui touchant l'autre main, tantôt avec un cylindre de verre, tantôt avec un cylindre de métal.

Effets. Les contractions reparaîtront toutes les fois que la communication s'établira par le cylindre de métal; mais c'est inutilement qu'elle se fera par le cylindre de verre.

Expérience 16me.

Placez les vertèbres lombaires et les nerfs qui y tiennent sur une lame de zinc *z* (*fig.* 11), et

ses extrémités inférieures sur une plaque de cuivre *c*; établissez une communication de l'une à l'autre, au moyen d'un arc métallique *M. A.*

Effets. Aussitôt que la communication s'établit, par le contact des deux extrémités de cet arc, à chacune des lames *z* et *c*, la grenouille éprouve de très-fortes contractions.

Expérience 17^me^.

Remettez la grenouille comme dans l'expérience précédente (*fig.* 11), mais établissez la communication entre les deux lames *z* et *c*, par le moyen d'un arc dont les deux extrémités soient de métal, comme précédemment, mais séparées l'une de l'autre par un tube de verre *v v* (*fig.* 12).

Effets. C'est en vain que vous toucherez à-la-fois les deux plaques avec un tel arc de communication, les mouvemens convulsifs ne reparaîtront pas.

Remarques sur les expériences précédentes.

1.° La première de ces expériences (*fig.* 10) présente, comme on voit, une espèce de circuit qu'on a nommé *circuit galvanique*; il est composé, 1.°, de l'animal qui reçoit l'influence; 2.° des métaux ou des conducteurs qui l'exercent.

On appelle *arc animal*, la première partie de circuit, et l'on a donné, à la seconde, le nom d'*arc excitateur*.

L'*arc excitateur* peut être composé de substances métalliques simplement, comme dans l'expérience (*fig.* 11), ou de substances métalliques et animales, comme dans l'expérience (*fig.* 10); mais jamais on n'aura d'effet galvanique avec un arc de matière an-électrique, comme dans l'expérience (*fig.* 12).

2.° Les plaques *z* et *c* (*fig.* 11) sont ce que l'on appelle *armatures*, par analogie avec les lames de métal dont on *arme* le carreau électrique ou la bouteille de Leyde; mais pour obtenir les plus grands effets en galvanisme, il ne faut pas, comme dans le carreau électrique, que les armatures soient du même métal: elles sont, au contraire, d'autant plus favorables, qu'elles sont plus hétérogènes et plus éloignées l'une de l'autre dans la série déjà indiquée: *or*, *argent*, *cuivre*, *fer*, *étain*, *plomb*, *zinc*.

On avait cru d'abord qu'il fallait que ces armatures fussent hétérogènes pour obtenir des effets galvaniques, et l'on présenta plusieurs faits qui semblaient prouver que l'homogénéité suffisait pour les suspendre: les expériences suivantes, qui furent publiées par Galvani, en même-tems

que celles qui précèdent, prouvent manifestement que cette opinion était peu fondée, et que les faits allégués tenaient à quelque autre cause que l'homogénéité.

§. II^e.

Phénomènes galvaniques produits par des armatures homogènes.

Exp. 18^me.

Ayez une grenouille préparée selon l'usage (*fig.* 11), et sans l'armer en aucune manière; placez sur ses nerfs dépouillés *n n*, l'extrémité d'une tige métallique *t* (*fig.* 13), et sur ses muscles, l'extrémité d'une tige semblable t^2, de même métal que la première.

Effets. Lorsque vous approcherez, l'une de l'autre, les deux extrémités opposées de ces tiges, et que vous les ferez toucher par leurs bouts *m m*, la grenouille éprouvera des contractions.

Expérience 19^me.

Ayez du mercure préparé avec toutes les précautions nécessaires pour l'avoir le plus pur qu'il soit possible. Préparez plusieurs cuisses de gre-

nouilles, de manière qu'une portion du nerf crural, et un morceau de muscle de même longueur soient pendans. Passez des fils de soie autour des deux extrémités de cette cuisse, et suspendez-la, par ces fils, à un tube de verre *a b* (*fig.* 14), ayant placé au-dessous le vase *V*, faites-y couler le mercure préparé pour l'expérience.

Effets. En abaissant aussitôt le côté du tube de verre *a*, et faisant toucher, par ce moyen, le nerf *n* au mercure de la cuvette, vous ne produirez aucune contraction; mais elles paraîtront aussitôt que vous abaisserez également l'autre côté, et que le morceau de muscle détaché *m* touchera la surface du mercure. Il est à remarquer que la violence des contractions est plus grande lorsque le contact commence par le muscle, que quand il commence par le nerf.

Dans cette expérience, il faut avoir soin d'abaisser la cuisse de la grenouille, et de produire le contact avec le mercure, le plus doucement possible, pour éviter toute suspicion, que l'effet puisse être produit mécaniquement par le choc des parties animales contre le fluide métallique; mais si, malgré cette précaution, l'on pouvait conserver quelque doute, l'expérience suivante ne peut manquer de le dissiper.

Expérience 20^me^.

Les choses étant disposées comme pour l'expérience précédente (*fig.* 14), placez sur le mercure, en *r* et *s* des morceaux de papier bien propre et bien sec, pour empêcher le contact immédiat du nerf *n*, et du morceau du muscle détaché *m*, avec le mercure de la cuvette.

Effets. Vous pourrez abaisser la cuisse de la grenouille subitement, les deux bouts à-la-fois ou successivement, et avec beaucoup moins de précautions que dans l'expérience précédente ; un choc même assez fort ne produira pas de contraction, tant que le papier empêchera le contact immédiat du nerf et du morceau de muscle avec le mercure.

Il me paraît inutile d'ajouter ici un plus grand nombre d'expériences, pour prouver que l'hétérogénéité des armatures n'est pas nécessaire pour obtenir des effets galvaniques ou des contractions musculaires dans les animaux convenablement préparés. Celles que je viens de décrire me paraissent aussi simples que décisives, et je ne pense pas qu'aucun physicien ait conservé des doutes à cet égard : mais il est certain qu'aucune question relative au galvanisme ne

fut, dans les premières années, plus discutée et plus vivement débattue que celle-là, ce qui tient sans doute à l'inexactitude des moyens employés par les observateurs. « Il est difficile » de comprendre, dit le célèbre Humbold, » comment, avec tant d'ardeur à discuter, on » s'en est tenu si long-tems à des expériences » inexactes, dans lesquelles on n'employait, au » lieu de métaux purs, que des ciseaux, des » limes, de l'étain et du fer du commerce; le » premier étant toujours uni à une certaine quan- » tité de plomb, et le second se trouvant le plus » souvent carbonné ou sur-carbonné.

§. IIIe.

Phénomènes galvaniques indépendans des métaux, et par ce seul contact des substances animales du nerf au muscle.

Les expérience 19 et 20, sont du célèbre Humbold, ainsi que la plupart de celles que contiendra ce paragraphe. C'est à lui que nous devons les preuves les plus convaincantes que non-seulement l'hétérogénéité des métaux, mais les métaux eux-mêmes ne sont pas nécessaires pour obtenir des effets galvaniques : c'est donc

bien improprement qu'on les avaient d'abord attribués à une irritation métallique.

Expérience 21^me^.

Détachez, l'une de l'autre, les deux cuisses d'une grenouille ; découvrez promptement le nerf crural d'une de ses cuisses (*fig.* 15), et posez tout le membre sur une lame de verre bien sèche ; touchez aussitôt le nerf *n*, et le muscle à-la-fois, par les deux extrémités d'un morceau de chair musculaire bien fraîche *c m*, que vous pousserez avec un bâton de cire ou un tube de verre.

Effets. Humbold a obtenu par ce moyen de fortes contractions.

« Pour prévenir l'objection de Volta, fondée » sur le soupçon d'une pression mécanique, » ajoute ce célèbre physicien, j'employai, » comme conducteur, au lieu de chair mus- » culaire, du bois sec, de la corne ou de l'os ; » mais je ne pus appercevoir ainsi aucune con- » traction. Bien plus ; je touchais en même » tems les fibres sensibles et les fibres irritables, » avec deux morceaux de chair musculaire » m^1 m^2, (*fig.* 16), que je tenais avec des » pinces isolantes. Selon Volta, il devait y avoir

» alors irritation, mais il n'y eut de mouvement » que lorsque ces deux morceaux de chair mus- » culaire furent unis par un troisième m^3. »

Expérience 22me.

Adini a souvent répété cette expérience en grand (1).

Une personne, montée sur un isoloir, touche, d'unemain, à la moële épinière d'un veau, et, de l'autre main, elle prend la main gauche d'une seconde personne, pareillement isolée, et qui tient à sa droite, les pates d'une grenouille préparée.

Effets. Aussitôt qu'elle fait reposer les nerfs de cette grenouille sur quelques-uns des muscles abdominaux du veau, elle éprouve de fortes contractions, qui se renouvellent à chaque contact.

§. IV.

Effets galvaniques obtenus par le contact immédiat d'un nerf mis à nu, avec un muscle du membre auquel ce nerf appartient.

Exp. 23me.

Prenez une grenouille préparée, et, la tenant

(1) *Voy.* son Essai théorique et expérimental sur le Galvanisme; 2 vol. *in*-8°. Paris, chez les frères Piranési.

par les pieds, séparez les cuisses l'une de l'autre; et, repliant celle que vous tiendrez de la main droite, faites toucher ses muscles jumeaux aux nerfs qui sont dépouillés (*fig.* 17).

Effets. Vous obtiendrez le plus souvent de vives contractions, si vous répétez l'expérience sur plusieurs grenouilles.

Galvani avait publié une expérience semblable, long-tems avant que la discussion s'élevât sur la nécessité des métaux hétérogènes. « Il est » étonnant, dit le célèbre Humbold, que cette » expérience importante ait été si long-tems » ignorée en France et en Allemagne. » Volta attribuait cet effet à une irritation mécanique, et finissait par conclure que ce fait ne prouvait rien. Humbold répondit, à cet objection, par les expériences suivantes.

Expérience 24^me^.

Préparez une grenouille comme à l'ordinaire, de manière que son tronc ne tienne aux cuisses que par les nerfs sciatiques; après avoir soulevé un morceau de chair musculaire privée de toute partie tendineuse, recourbez-la de manière à lui faire toucher le nerf qui appartient à cette même cuisse.

Effets. Ce simple contact suffit pour exciter des contractions.

Expérience

Expérience 25me.

Ayez une grenouille semblable à celle de l'expérience précédente ; touchez son nerf sciatique *n* avec moins de précaution, mais avec d'autres substances non-conductrices : vous pouvez même recourber le morceau de muscle de la cuisse *m*, comme dans l'expérience précédente, sur le nerf, après l'avoir recouvert d'une lame de verre très-mince ou de papier bien sec.

Effets. Vous n'aurez, dans ce cas, aucun effet galvanique, quoique la compression soit évidemment plus considérable que dans l'autre expérience.

Dans toutes ces expériences, on voit les contractions se manifester sans employer rien d'étranger à l'animal ; mais il y a toujours hétérogénéité des substances qui lui appartiennent : il faut qu'il y ait contact du *nerf* au *muscle*.

Expérience 26me.

Après avoir préparé une seule cuisse, comme on le voit (*fig.* 18), de manière que le nerf crural *n* soit bien dépouillé ; approchez un autre morceau du nerf détaché de l'autre cuisse, et

le poussant avec un tube de verre, faites-lui toucher à-la-fois le nerf *n* et le muscle *m*.

Effets. Ce contact suffira pour exciter de fortes contractions.

Expérience 27^me^.

Faites la même préparation que pour l'expérience précédente; mais au lieu de pousser le morceau de nerf détaché *n d*, de manière qu'il touche à-la-fois le nerf crural *n* et le muscle *m*; faites-le toucher seulement deux points différens du même nerf (*fig.* 19).

Effets. La cuisse demeure en repos, et l'on n'obtient aucun effet galvanique.

OBSERVATION.

On doit s'attendre, en répétant ces différentes expériences, qu'elles ne réussiront pas toutes à la première fois qu'on les tentera. Il ne faut pas se presser, pour cela, de prononcer sur l'exactitude des physiciens qui les ont publiées; il est plus raisonnable de soupçonner les moyens employés, et de les essayer aussitôt sur d'autres grenouilles. Leur préparation offre beaucoup de sources de variation dans les effets; mais il en

Fig. 1.

Fig. 2.

Fig. 3.

Fig. 4.

Fig. 5.

Fig. 6.

Fig. 7.

Fig. 8.

Fig. 9.

Fig. 10.

Fig. 11.

Fig. 12.

Fig. 13.

Fig. 14.

Fig. 15.

Fig. 16.

Fig. 17.

Fig. 18.

Fig. 19.

est une bien plus grande dans la différence de leur excitabilité. On peut regarder ces animaux comme des électromètres qui ne sont pas également sensibles; les effets doivent se ressentir de cette différence, et l'on s'expose à tirer de fausses conséquences, si l'on n'en tient pas compte. C'est, je crois, une des grandes causes de tant d'assertions contradictoires publiées de tous côtés, sur les expériences galvaniques. En général, on se presse trop de conclure, et l'on ne tient pas assez compte des causes modifiantes.

Les expériences décrites jusqu'ici, réussissent, pour la plupart, sur des animaux à sang chaud, comme l'avait d'abord prouvé Galvani, par les essais qu'il fit sur des poulets, des moutons, des lapins, etc.; et comme l'a montré depuis son neveu Aldini, sur toutes sortes d'animaux : mais quand on veut faire des expériences de recherche, et les multiplier, aucun ne mérite la préférence sur les grenouilles, tant pour la facilité de se les procurer et de les préparer, que pour leur grande excitabilité.

SECTION DEUXIÈME.

DE L'ÉLECTROMOTEUR DE VOLTA.

Appareils et expériences qui le conduisirent à cette découverte.

Les expériences décrites dans la section précédente, nous ont montré des mouvemens convulsifs produits, à volonté, sur des animaux récemment privés de la vie, toutes les fois que l'on établissait un contact des nerfs aux muscles de l'animal. Cet effet est plus constant et beaucoup plus sûr, lorsque cette communication se fait par une substance métallique; il ne manque jamais d'avoir lieu, lorsqu'elle se fait par le moyen de deux métaux différens.

Il n'entre pas, dans mon plan, de présenter ici toutes les opinions que les physiciens se sont faites sur la cause de ces phénomènes d'un ordre si nouveau pour eux; je ne dois en parler que pour faire connaître l'origine et le motif des expériences qui me restent à décrire.

Les premiers phénomènes observés par Galvani, ne laissaient aucune incertitude sur la

cause qui les produisait, puisque c'était toujours par des explosions d'électricité de ses instrumens ou des nuages qu'il les obtenait; mais lorsque ses recherches l'eurent conduit à produire ces mouvemens convulsifs sur les mêmes sujets, par des moyens qui semblaient n'avoir rien de commun avec l'électricité, l'explication ne fut plus si facile, et le génie des observateurs devint plus attentif en trouvant matière à s'exercer.

Galvani crut trouver, dans ses observations nombreuses, des preuves de l'existence d'un fluide nerveux, qu'il comparaît au fluide électrique, pour la manière dont il se comportait en se mettant en équilibre des nerfs aux muscles, mais qu'il regardait comme résidant naturellement dans l'animal, et comme lui étant propre. Il fit beaucoup de recherches pour s'assurer si c'était aux nerfs ou aux muscles que ce fluide appartenait plus particulièrement; mais ne pouvant résoudre cette question par des expériences décisives, il s'en tint à regarder les muscles comme une espèce de bouteille de Leyde, dont la partie intérieure était toujours chargée d'électricité, qui tendait constamment à se rétablir en équilibre sur la surface extérieure. C'est à ce rétablissement, procuré par une substance conductrice, qu'il attribuait les mouvemens ob-

tenus; les nerfs n'étaient, dans cette hypothèse, que des conducteurs.

Plusieurs physiciens adoptèrent cette explication. Le professeur Aldini a, depuis, travaillé sans relâche pour la fortifier davantage, et pour la défendre contre les attaques qui lui furent bientôt portées par d'autres physiciens non moins recommandables, à la tête desquels était le célèbre professeur de Kiel, le savant Pfaff, qui rejeta la comparaison entre les surfaces des muscles de la grenouille, et celles de la bouteille de Leyde ou d'un carreau électrique. Cette comparaison fut, en effet, victorieusement combattue par les expériences, dans lesquelles on voyait les contractions avoir lieu, en n'appliquant les deux armatures que sur le nerf dépouillé, mais encore uni au membre auquel il se distribuait. L'effet ne pouvait être attribué, dans ce cas, à la décharge de l'une à l'autre surface.

Valli, en admettant l'existence d'une électricité inhérente à l'animal, différait de Galvani, en ce qu'il regardait la surface extérieure des muscles, comme le réservoir de cette électricité, qui tendait à se répandre sur la surface intérieure.

Volta lui-même avait d'abord admis l'état habituel d'électricité dans l'animal; mais en

lieu de le faire mouvoir de l'une à l'autre surface des muscles, comme Galvani et Valli, il comparaît les muscles à la surface chargée, et les nerfs à la surface dépouillée du carreau électrique; c'était les nerfs qui recevaient la décharge dans toute communication établie entre eux et les muscles.

L'expérience de Pfaff attaquait également toutes ces manières de concevoir le phénomène, puisqu'elle le montrait sans établir de communication des nerfs aux muscles, ou d'une surface à l'autre du même muscle. C'est au milieu de toutes ces discussions, et d'après toutes ces recherches, que Volta, saisissant la seule condition nécessaire, la condition sans laquelle on n'avait jamais obtenu de mouvemens musculaires, *l'hétérogénéité de deux substances*, étudia, dans les métaux, les effets de cette hétérogénéité, et fut conduit à la découverte de son *Electromoteur*. Le premier article de cette section présentera les expériences par lesquelles il y parvint, et le second contiendra la description des deux appareils qu'il construisit d'après les mêmes principes, et de la manière de s'en servir.

ARTICLE PREMIER.

Expériences de Volta sur les effets électriques résultans du contact des métaux hétérogènes.

Description des appareils.

FL (*fig.* 21) est un flacon carré de cristal, dont on a scié la base, pour lui en substituer une de cuivre, dans laquelle on a mastiqué le flacon. Son goulot *o* est muni d'une virole en cuivre, sur laquelle on visse la petite pièce *a* (*fig.* 22); celle-ci est taraudée à sa partie supérieure *t*, de manière à recevoir telle autre pièce que l'on veut établir sur l'instrument : elle l'est aussi, dans sa partie inférieure, pour recevoir une petite tige, à laquelle sont suspendues parallèlement, autant qu'il est possible, deux paillettes *pp* mobiles, au moyen d'un anneau de fil métallique très-délié, qu'on introduit dans la partie supérieure. Un des côtés du flacon présente une graduation *gg* sur le verre même, et sur deux côtés parallèles sont collées deux petites lames de métal *ll*, sur les parrois intérieures, depuis la base jusqu'à moitié de la hauteur.

Tel est l'électromètre à paille de Volta, tel qu'il l'a fait construire lui-même, à Paris, par M. Dumotiez, depuis long-tems en possession de fournir aux physiciens tout ce qu'ils peuvent desirer pour se livrer à leurs recherches.

Dc Dz (*fig.* 23), sont deux disques de métal, le premier de cuivre rouge et l'autre de zinc, au centre d'une de leurs surfaces, se visse une tige de verre *t*, au moyen de laquelle on peut mouvoir le disque sans toucher au métal. La surface opposée doit être planée avec le plus grand soin, de manière qu'en présentant les deux disques l'un à l'autre, ils puissent se toucher par autant de points qu'il est possible.

Expérience Ire.

Prenez, par leur manche isolant, les deux disques *Dc Dz*; appliquez-les un instant l'un à l'autre, par leur surface plane (*fig.* 24), et les séparant ensuite brusquement dans le sens de l'axe des disques, présentez *Dz* au bouton *b* de l'électromètre (*fig.* 25).

Effets. Ce disque cédera à l'électromètre une portion de l'électricité qu'il avait acquise, par son contact, avec le disque *Dc*, et cette addition d'électricité dans l'électromètre, sera marquée par un léger écartement des pailles.

Observations sur cette expérience et sur les appareils.

L'expérience que je viens de décrire est exacte, mais elle n'est rien moins que constante, et ceux qui, pour la première fois, chercheront à la répéter, seraient sans doute fort étonnés de ne pas la voir réussir, malgré tous leurs soins et leur attention ; c'est pourquoi je crois devoir leur présénter ici, quelques observations propres à leur épargner les embarras où les jetteraient le manque de succès.

J'ai eu, à ma disposition, plusieurs électromètres de ce genre, et j'avais choisi ceux qui m'avaient paru les mieux soignés. J'ai fait, avec eux, un très-grand nombres d'observations et de recherches, qui m'ont fait appercevoir, dans cet instrument, des variations et des irrégularités, bien propres à dérouter l'observateur le plus attentif, et à fatiguer l'expérimentateur le plus ardent.

De quatre électromètres que j'avais à-la-fois, il y en avait un qui fut constamment électrique. Les pailles avaient toujours un écartement, que j'avais regardé d'abord comme un effet de leur configuration naturelle, ou de la manière dont

elles avaient été montées. Mais, lorsque je voulus m'en servir, je trouvai des jets très-éloignés, et le plus souvent contraires à ceux auxquels j'avais lieu de m'attendre. Je fus conduit, par ce premier examen, à soupçonner l'état électrique des pailles; et, j'en fus bientôt convaincu, lorsque, dévissa t la pièce à laquelle elles sont suspendues, je les vis beaucoup moins écartées l'une de l'autre, quand elles étaient hors du flacon, et reprendre cet écartement à mesure que je les introduisais de nouveau. J'ai eu beau nettoyer, laver, éponger l'intérieur et l'extérieur de l'électromètre, le laisser ouvert, exposé à l'air, de nuit et de jour; quand il était sec, et que, le lendemain, je remettais les paillettes à leur place, en le touchant, avec tous les ménagement possibles, je les voyais diverger encore. Jamais je n'ai pu l'obtenir à l'état naturel; il a fallu renoncer à m'en servir.

Les autres étaient, en général, si sensibles, qu'il fallait les toucher avec la plus grande précaution, pour éviter qu'ils devinssent électriques avant l'expérience. En touchant le vernis, dont l'artiste les avaient enduits jusqu'en *r r*, pour les mieux isoler, on donne aux pailles une électricité qui, sans produire d'écartement sensible, les rend moins propres à accuser exactement

celle que l'on se propose de leur donner. Il en est de même, si, à lieu de toucher l'enduit qui les recouvre jusqu'en *r r*, on frotte une partie quelconque du flacon lui-même, et principalement sur la graduation. Il faut, en l'abandonnant, éviter que les doigts, qui le tenaient, produisent frottement.

Le plan sur lequel on le place, la manière même de le placer, suffisent, dans certain cas, pour le rendre électrique. Après les avoir laissés, pendant la nuit, sur une table, peinte à l'huile, je voyais les pailles diverger par une électricité négative, si j'enlevais l'électromètre un peu lestement, en le tenant par son bouton, et il conservait cette électricité assez long-tems, même dans ma main. Les pailles divergeaient ordinairement par une électricité positive, lorsque j'avais appuyé l'instrument avec un peu de force, mais sans frotter, sur un tapis, un morceau d'étoffe de laine, sur du bois non peint; l'écartement ne paraissait, dans tous les cas, qu'au moment de la séparation; mais les pailles n'en étaient pas moins dans un état électrique, par la seule pose de l'instrument.

Ceux, de mes quatre électomètres, qui m'avaient présenté le plus de régularité, la perdaient assez souvent, par un changement qui survenait

dans l'athmosphère. Les expériences qui m'avaient très-bien réussi, et que j'avais souvent répétées, avec eux, le matin, ne me réussissaient plus le soir même. J'avais beau faire, tel qui m'avait paru très-régulier, et qui m'avait offert constamment les mêmes résultats, dans la séance précédente, déraisonnait complètement dans celle-ci : c'était envain que j'apportais les soins les plus minutieux, pour me retrouver absolument dans les mêmes circonstances dans lesquelles il s'était montré régulier.

Parmi les quatre que je possédais, il s'en trouva un dont je fus extrêmement satisfait, à cause de sa constance à me donner les mêmes résultats. C'est avec celui-là que je parvins, non-seulement à répéter, dans tous leurs détails, les diverses expériences de Volta, mais encore à les varier et à les examiner sous d'autres points de vue.

D'après tout ce que je viens de dire, on ne sera pas surpris de ne pas obtenir toujours, et de suite, l'effet annoncé par l'expérience première. Il faut un tems très-favorable, un électromètre bien choisi, et les plus grands soins pour l'avoir à l'état naturel, lorsqu'on veut expérimenter. Je vais indiquer ici, un moyen facile de reconnaître le bon état de l'instrument.

L'électromètre *F L* (*fig.* 25), étant placé sur un support, de manière qu'on n'ait plus à le remuer, je prends un bâton de cire, frotté très-légèrement, et je l'approche lentement du bouton de l'électromètre, en tenant les yeux fixés sur les pailles. Aussi-tôt que je les vois s'écarter, j'éloigne le bâton, que je présentais, et les paillettes retournent, l'une vers l'autre, sans se toucher. Je répète la même opération avec un tube de verre, et si j'obtiens absolument le même effet, je me tiens pour asssuré que mon électromètre est dans l'état convenable. Toutes les fois qu'on le trouvera dans ces dispositions, on peut répéter l'expérience de Volta, et l'on peut compter sur le succès.

Mais on ne doit pas s'attendre à un grand écartement des pailles, par l'expérience décrite; cet écartement n'est sensible, même dans les circonstances les plus favorables, que pour des fractions de ligne, qui ne sont apperçues que par des yeux très-exercés; mais on le rend sensible par des moyens secondaires que nous décrirons plus bas. Cet écartement ne doit être, d'après *Volta*, que d'un 60me. de degré, dans l'expérience dont nous parlons : « Une telle électricité » est bien peu de chose, dit ce célèbre physi- » cien; elle ne satisfait pas certaines personnes,

» qui aiment à voir les choses en grand ; mais » il est aisé d'obtenir des effets beaucoup plus » marqués. » On n'a pour cela qu'à employer les moyens que nous allons décrire.

Description du Condensateur.

C^1 C^2 (*fig.* 26), sont deux disques ou plateaux de laiton. Au centre d'une de leurs surfaces s'élève une petite vis *v*, pour pouvoir fixer C^1 sur l'électromètre *F L* (*fig.* 25), et adapter à C^2, une tige isolante. L'autre surface, de chaque plateau, est enduite d'un très-légère couche d'un vernis résineux. Ces deux plateaux, ainsi préparés, forment le condensateur inventé par Volta, pour rendre sensibles les moindres quantités d'électricité, en les accumulant ; et c'est par leurs moyens qu'il peut apprécier celle qui est produite par le contact des deux plataux *D c D z* (*fig.* 24), en les employant de la manière suivante.

Expérience 2me.

Préparation. Vissez à la place du bouton *b* de l'électromètre *F L* (*fig.* 25), le plateau C^1, et placez-y dessus le plateau C^2 (*fig.* 23) ; après cela, prenez les disques *Dc* et *Dz*, par leur

tige isolante, un à chaque main, appliquez-les, l'un à l'autre, par leur surface plane (*fig.* 24); aussitôt après leur séparation, appliquez *D z* sur C^2; tandis que vous toucherez la surface inférieure de C^1, avec la main qui tenait *D c*, posez l'un et l'autre disques, en prenant, par sa tige isolante, le plateau C^2; élevez-le perpendiculairement, et par un mouvement un peu brusque.

Effets. L'électromètre aura acquis une électricité, qui se manifestera par un écartement plus sensible que dans l'autre expérience.

Expérience 3^me^.

Avec le même appareil, répétez les contacts de *D c* et *D z*, entre eux, et chaque fois de *D z* sur C^2, ayant soin de toucher, en même tems, le dessous de C^1, et de faire toucher *D c* à un corps quelconque, non isolé, avant de le représenter à *D z*.

Effets. Aussitôt que vous séparerez les deux plateaux du condensateur, en élevant C^2, par sa tige isolante, vous aurez un écartement d'autant plus grand, que les attouchemens auront été plus nombreux.

Pour connaître quelle est l'espèce d'électricité produite dans ces expériences, on présente, aux paillettes

paillettes qui divergent, un tube de verre ou un bâton de cire légèrement frottés; le tube de verre les fait se rapprocher, quand elle était négative ou résineuse, et s'éloigner encore d'avantage si elle était positive ou vitrée; le bâton de cire produit l'inverse. C'est par ce moyen, que l'on reconnoîtra que le contact, de *D z* sur *C*, produit constamment une électricité différente de celle que produit le contact du disque *D c* (1).

Les mêmes effets s'obtiennent encore, d'une manière moins embarassante, dans les expériences suivantes.

Expérience 4^me.

Préparation. Prenez deux disques de métal, cuivre et zinc *D c* et *D z* (*fig.* 28), et les unissant

(1) Toutes les fois que j'aurai à parler de ces sortes d'effets de la cire et du verre, j'employerai indifféremment les expressions de *positive* ou *négative*, *vitrée* ou *résineuse*, parce que je ne puis parler que le langage reçu; mais on verra, dans *ma Nouvelle Théorie d'électricité*, couronnée par l'Académie de Montauban, et que je me propose de publier bientôt, que ces effets contraires, en apparence, qui ont fait admettre l'existence de deux fluides, sont produits indifféremment, et à-la-fois, soit par le verre, soit par la résine, ce qui n'annonce pas deux causes différentes.

ensemble, par un de leurs bords, au moyen d'une vis de pression ou par une soudure, de manière qu'ils tiennent l'un à l'autre, et que vous puissiez les enlever ensemble en n'en touchant qu'un : alors, prenant la pièce $D\,z$ au point z, faites toucher la pièce $D\,c$ à la surface supérieure de C^2 (*fig.* 27), en touchant, avec l'autre main, la surface inférieure de C^1, ou bien en faisant communiquer cette surface avec le sol par un bon conducteur. Après avoir laissé un moment les choses dans cet état, faites cesser le double contact, et séparez aussitôt les deux pièces du conducteur en élevant verticalement C^2.

Effets. Vous verrez les paillettes s'écarter sensiblement, et si vous lui présentez un tube de verre frotté, elles se rapprocheront dans le cas décrit; ce qui indique une électricité négative ou résineuse.

Expérience 5me.

Répétez la même expérience en la renversant, c'est-à-dire, en tenant la couple unie par le point D, et la posant sur C^2, par le point z.

Effets. Vous leverez inutilement le disque C^2; après un tel contact vous n'aurez pas d'écartement sensible, ni d'électricité produite.

Expérience 6me.

Mais, si vous placez, sur le plateau C^2, un morceau de carton ou de drap mouillé, et que, sur ce carton, vous fassiez reposer la couple, par le même point $D\,z$, comme dans l'expérience précédente, vous aurez un écartement qui, cette fois, sera l'effet d'une électricité *positive*, comme on peut s'en convaincre par le moyen indiqué.

Expérience 7me.

Après avoir examiné le degré d'électricité que vous donne le contact des deux disques réunis $Dc\,D\,z$ (*fig.* 28), préparez trois ou quatre couples semblables, et les mettant, l'une sur l'autre, exactement dans le même ordre, en séparant chaque couple par un disque de carton ou de drap mouillé h (*fig.* 29), faites reposer le tout un instant, sur le plateau supérieur C_2 (*fig.* 27), en touchant, comme à l'ordinaire, la surface inférieure de C^1; enlevez ensuite verticalement, comme dans les autres expériences, le plateau C^2.

Effets. Vous aurez exactement autant de fois le premier écartement, que vous aurez augmenté

le nombre de couples; de sorte que, si, par une seule couple, vous aviez obtenu un écartement de 3 degrés, vous en auriez un de 6, avec deux couples; de 9, avec trois; de 12, avec quatre, etc : sinon, exactement, du moins à peu de chose près.

Telles sont les expériences par lesqu'elles le célèbre professeur de Pavie, est parvenu à construire cet instrument, qui présente un nouveau problême de physique, dont je ne crois pas qu'on ait encore donné de bonne solution, et que l'on peut regarder comme la source d'une foule d'autres découvertes. Avant de décrire sa construction et ses effets, je crois devoir présenter, sur les expériences qui précèdent, une observation semblable à celle que j'ai déjà faite, pour la première, mais qui a pour objet une autre pièce de ces appareils.

Il ne faut pas s'attendre à obtenir le succès annoncé, chaque fois que l'on tentera ces expériences. J'ai montré, dans l'*électromètre*, une grande cause de variations et d'irrégularités. Le *condensateur* en est encore une source non moins féconde; il est composé, comme on voit, de deux plateaux, C^1, vissé à l'électromètre, et que l'on nomme plus spécialement le *collecteur*; et de C^2, auquel on visse une tige isolante.

Chacun de ces plateaux est verni sur la surface par laquelle il doit être en contact avec l'autre. C'est cette couche légère de vernis qui donne aux disques la propriété condensatrice, en empêchant l'électricité, développée dans l'un, de se mettre en équilibre aussitôt en se répandant sur l'autre. Or, il n'est point facile de saisir le point convenable pour cet effet.

D'abord, si l'on y met une couche de cire d'Espagne, comme le dit Volta, il est impossible de compter sur rien d'exact; et l'on n'a plus un électromètre, mais plutôt une espèce d'électrophore, que la moindre secousse, le moindre frottement rendent électrique, et qui, par là même, ne donne que des résultats tout au moins très-équivoques.

D'un autre côté, si l'on se contente d'une couche très-légère, telle qu'on la met ordinairement, il arrive, le plus souvent, que le vernis ne couvre pas exactement toute la surface, et que les deux disques se touchent immédiatement, par quelques points inégaux et laissés à découvert, ou que du moins ses points ne sont pas assez distans les uns des autres. Alors, ils ne condensent qu'imparfaitement, et quelquefois point du tout. Si la première couche ne suffit pas, on ne peut en mettre une seconde, sans

la rendre très-inégale, parce qu'il faut chauffer de nouveau la pièce, et l'alcohol, dans lequel on a dissous la gomme, s'évaporant très-vite et inégalement, cette gomme se ramasse, et laisse des espaces vides, en s'élevant beaucoup trop sur d'autres points. L'art de bien vernir, pour cet objet, est très-peu avancé; et ce n'est pas chose facile que d'avoir de bons plateaux de condensateur.

Je me suis bientôt apperçu de cette difficulté, lorsque, pour la première fois, j'ai voulu répéter les expériences que je viens de décrire; j'avais lu, très-attentivement, les divers écrits de Volta; j'avais consulté plusieurs habiles physiciens, dont quelques-uns avaient expérimenté avec Volta lui-même. J'avais beau suivre toutes les indications avec toute l'exactitude dont j'étais capable, l'effet attendu n'arrivait pas, ou ne paraissait que d'une manière si incomplète, que je ne pouvais en être satisfait. Enfin, l'artiste même que Volta avait dirigé dans la construction de cet appareil, et à qui je faisais part des difficultés que j'éprouvais, me dit ingénument qu'il n'avait jamais vu bien réussir l'expérience que je tentais, et que presque tous ceux à qui il avait fourni l'appareil, lui avaient témoigné le même embarras. Cet aveu n'était pas très-

encourageant; cependant j'aimais encore mieux croire à l'insuffisance des moyens employés, que de soupçonner d'inexactitude et Volta et ceux qui m'assuraient avoir été témoins de l'expérience. Je continuai donc à chercher.

Après beaucoup de tentatives à-peu-près inutiles, je me décidai à faire dissoudre un peu de gomme, et j'en passai, avec un pinceau, sur la surface supérieure du collecteur C^1. Après l'avoir laissé sécher, je replaçai l'autre disque C^2, et j'obtins un plein succès. Je répétai l'expérience plusieurs fois de suite, toujours avec le même résultat; mais bientôt il devint incertain, tantôt l'effet manquait, tantôt il reparaissait. En cherchant la cause de cette variation, je remarquai que, dans toutes les séparations que j'avais opérées, j'avais souvent changé la position respective des deux pièces du condensateur. Je tâtonnai alors pour retrouver une pose favorable, et aussitôt que je la rencontrai, je fis sur les deux pièces une marque de rapport; cette précaution me réussit parfaitement: l'expérience ne manqua point tant que je plaçai les deux plateaux absolument dans la même position. Ce qui me convainquit que je n'aurais pas eu besoin de toutes ces précautions, si l'instrument avait été bien également verni, et

que c'était à cette inégalité seule que je devais attribuer le non succès de mes premières tentatives.

J'espère que ces observations épargneront, à ceux qui voudront répéter ces expériences, l'embarras où je me suis trouvé moi-même, et qu'ils n'auraient guères pu éviter, à cause de la difficulté extrême d'avoir de bons condensateurs. Maintenant, que les voilà bien avertis, il leur est facile d'y remédier, en marquant les poses des plateaux qu'ils trouveront convenables. Quand on n'en trouve pas, il faut se procurer d'autres pièces de condensateur.

Il m'a paru d'autant plus convenable de fixer l'attention de mes lecteurs, sur ces différentes causes de non succès, qu'elles en ont imposé à plusieurs physiciens, qui, ne pouvant obtenir les effets annoncés, n'étaient pas convaincus de l'exactitude du fait.

Gautherot qui, depuis que le Galvanisme était connu en France, s'en était occupé avec une constance bien rare, et qui avait déjà obtenu plusieurs résultats intéressans, avait éprouvé tant d'irrégularité dans les effets, en répétant l'expérience fondamentale de Volta, qu'il avait cru pouvoir conclure, dans un mémoire lu à l'Institut, en thermidor an 11, que l'électricité

obtenue dans cette expérience était dûe au choc répété des deux disques, ou bien à la conversion du condensateur en électrophore, et nullement au simple contact de deux métaux.

Je répondis aux objections de Gautherot, par les expériences suivantes, dans une des séances de la Société Galvanique.

Expérience 1re.

Je commençai par m'assurer du bon état de mon électromètre, par les moyens indiqués (*pag.* 46); je vissai, sur son sommet, le plateau C^1, et après l'avoir laissé quelque tems surmonté de C^2 (*fig.* 27), j'enlevai celui-ci par sa tige isolante, pour examiner si le condensateur faisait fonction d'électrophore; mais on n'apperçut absolument aucune divergence, par trois fois que je répétai la tentative. Alors, tenant de la main droite $D\,z$, je l'élevai à la hauteur de C^2, et prenant $D\,c$ par son manche isolant, je le plaçai en partie sur C^2 et en partie sur $D\,z$ (*fig.* 30), où je le laissai pour aller toucher, de la main gauche, la surface inférieure de C^1. Après ce contact, j'enlevai $D\,c$ et puis C^2.

Effets. Les paillettes divergèrent au même

instant par une électricité négative, car on les faisait se rapprocher l'une de l'autre, en leur présentant un tube de verre légèrement frotté. *D z* a donc enlevé de l'électricité à *D c.*

Gautherot, ayant répété cette expérience, crut appercevoir qu'elle n'était pas plus concluante que les autres, parce qu'il n'obtenait d'effet que lorsqu'il touchait le disque *D z* avec ses doigts, ainsi que le plateau C_1 du condensateur; ce qui le portait à penser que l'humidité des doigts devait être pour beaucoup dans un effet qu'il n'obtenait qu'avec cette circonstance. C'était dans la décomposition de cette humidité par les métaux, et non dans le simple contact des métaux, qu'il trouvait la véritable source de l'électricité produite dans mon expérience. Je fus donc obligé de simplifier encore les moyens, et de les réduire au seul contact des deux disques *D c* et *D z*, de la manière suivante.

Expérience 2^me^.

Au lieu de visser, sur l'électromètre, un des plateaux du condensateur C^1, je visse le disque *D c*, sur lequel je place *D z*, en le tenant par son manche isolant, et le posant avec précaution, de manière à éviter toute idée de choc. Après les avoir laissés l'un et l'autre en contact, je lève verticalement *D z*.

Effets. Les pailles éprouvent une divergence qui est augmenté par l'approche d'un bâton de cire, tandis que l'approche d'un tube de verre la fait diminuer. *D z* a donc enlevé de l'électrité à *D c*.

Expérience 3.^me

Je renverse l'expérience, en vissant sur l'électromètre *D z*, au lieu de *D c*, et, cette fois, je place celui-ci sur le premier, de la même manière et avec les mêmes précautions que dans l'expérience précédente. Après les avoir laissés l'un et l'autre un moment en contact, je lève verticalement le disque *D c*.

Effets. Les pailles s'écartent, comme dans l'expérience précédente, mais par une électricité contraire, puisque vous aurez un effet entièrement opposé, en présentant le tube de verre ou le bâton de cire. Elles s'écarteront davantage par l'approche du premier, pour se rapprocher quand on l'éloignera; tandis qu'elles se rapprocheront par la présence du bâton de cire, pour diverger de nouveau quand le bâton s'éloignera. Le disque *D z* a donc encore enlevé de l'électricité du disque *D c*.

Il n'y a ici ni condensateur, ni humidité, ni choc, ni frottement à qui l'on puisse attribuer l'électricité produite; il n'y a absolument qu'un

contact des deux métaux. L'expérience est réduite à ses élémens les plus simples, et m'a paru faire quelque impression sur les esprits les plus éloignés d'attribuer l'électricité au seul contact de deux métaux.

Je dois prévenir ceux qui voudront la répéter qu'ils ne peuvent compter sur le succès, qu'autant qu'ils auront m.' l'électromètre dans la disposition que j'ai déjà décrite, c'est-à-dire, à zéro d'électricité, et dont ils pourront se convaincre par les moyens indiqués (*pag.* 46). Dans de telles dispositions, l'expérience ne m'a jamais manqué, du moins dans les tems qui ne sont pas très-contraires aux effets éléctriques.

ARTICLE DEUXIÈME.

Des appareils Electromoteurs.

Nous venons de voir les expériences fondamentales qui ont conduit Volta à la construction de ses deux appareils Electromoteurs, fondés l'un et l'autre absolument sur les mêmes principes, et qui ne diffèrent que par la forme. Ces deux appareils furent appelés, par leur inventeur, l'un *couronne de tasses*, et l'autre *appareil torpillaire*, comme si l'arrangement des organes électriques de la torpille lui en eût

fourni l'idée ou le modèle. Ces deux appareils vont être décrits dans les deux paragraphes suivans.

§. Ier.

De l'appareil à couronne de tasses.

Description. *A*, *B*, *C*, (*fig.* 31) sont des tasses de cristal ou de porcelaine, que l'on place côte à côte et à la ronde, en laissant entr'elles un très-petit espace. *a*, *b*, *c*, (*fig.* 32) sont des lames de métal courbées en arc, et dont les branches sont, l'une de cuivre et l'autre de zinc: leur courbure est d'une dimension propre à permettre que l'on plonge une des branches dans une tasse, et l'autre dans la tasse suivante. Au lieu de faire ces arcs métalliques, on peut unir ensemble deux disques, l'un de cuivre et l'autre de zinc, par un gros fil de métal assez souple pour permettre de placer un de ces disques dans une tasse, et l'autre dans la tasse voisine, comme on les voit (*fig.* 33).

Usage de cet appareil.

Les tasses étant disposées à la ronde, quand on veut en employer un certain nombre, on met, dans la première, la lame *c* d'un arc, ou le disque *c* d'une couple, et la lame *z*, du même arc, plonge dans la seconde. Dans cette même

seconde tasse, on met la lame *c* du second arc, dont la lame *z* va plonger dans la troisième tasse, ainsi de suite, toujours dans le même ordre; de manière que chaque tasse ait deux lames, une de cuivre, et l'autre de zinc; mais qui ne se touchent pas, et qui appartiennent à deux arcs différens. Les deux tasses extrêmes ne doivent avoir chacune qu'une lame, pour ne pas fermer entièrement le circuit. Toutes les pièces, dont on veut faire usage, étant ainsi disposées, l'on n'a plus qu'à verser dans chaque tasse une certaine quantité d'eau salée, ou mieux, d'une dissolution de muriate d'ammoniaque, et l'appareil est en état de fonctionner.

§. II^e.

De l'appareil torpillaire ou à colonne.

Description. $D^1\ D^2\ D^3$ (*fig.* 34), sont des disques d'argent ou de cuivre, de deux ou trois millimètres d'épaisseur, et de quatre à cinq centimètre de diamètre. $P^1\ P^2\ P^3$, sont des disques de zinc, des mêmes dimensions, et $r^1\ r^2\ r^3$, autant de rondelles, de drap ou de carton, dont le diamètre doit, tout au plus, être égal à celui des disques de métal, mais de préférence un peu moindre, *dp* et *dz* sont deux plaques doubles, l'une de cuivre et l'autre de zinc.

S (*fig.* 35), est une socle de bois, dont le diamètre doit être double de celui des disques de métal. Au centre de ce socle est tracé un cercle d'un diamètre un peu plus grand encore que celui de ces disques, et, dans ce cercle, on inscrit un triangle équilatéral. A la pointe de chaque triangle, on fixe une petite pièce de cuivre, taraudée pour recevoir la vis d'une petite virolle de cuivre, dont sont armées, à chaque extrémité, les tiges de verre *t i v*. *C P* (*fig.* 36), est un couronnement en bois, dans lequel on a pratiqué des ouvertures correspondantes aux écrous du socle, pour recevoir le sommet des tiges de verre et pour les y fixer, par les boutons *b b b*, taraudés pour cet effet.

Manière de monter cet appareil.

Placez autant de rondelles de drap que vous voulez employer de couples métalliques, dans une dissolution de muriate de soude ou d'ammoniaque, et pendant qu'elles s'y imbibent, disposez par couple tous les disques, de manière que chaque disque zinc se trouve sur un disque cuivre ou argent. Placez sur le socle, la double plaque de cuivre *d p*, de manière que *d* étant au centre, *p* s'avance à droite sur le socle : sur le disque *d* mettez une plaque de zinc, et puis une

des rondelles qui sont dans la dissolution saline. Vissez, sur le socle, les tiges de verre *t i v*, et placez, sur la rondelle de drap que vous venez de mettre sur le premier disque de zinc, une des couples métalliques, telles que vous les avez préparées; sur cette seconde couple, mettez une autre rondelle, et ainsi de suite. Quand la colonne sera montée, fixez les tiges de verre, en passant leur extrémité supérieure par les ouvertures du couronnement *C P* destiné à les recevoir; et arrêtez-les ainsi en vissant les boutons *b b b*.

L'appareil est alors prêt à fonctionner, tel qu'on le voit (*fig.* 47).

L'appareil à couronne de tasses et l'appareil à colonne sont formés, comme on voit, des mêmes élémens, *cuivre*, *zinc*, et *substance humide*, qui sépare chaque couple métallique. Les effets sont aussi les mêmes par l'un et par l'autre; il n'y a donc de différence que pour la forme, qui les rend chacun plus commode que l'autre, pour telle ou telle expérience.

Les effets de ces appareils sont très-nombreux et sur-tout très-variés; on trouvera, dans la section suivante, la description des instrumens et des moyens employés jusqu'ici pour les reproduire et pour les examiner sous différens point de vue.

SECTION

SECTION TROISIÈME.

DES DIVERS APPAREILS

*Employés jusqu'ici, tant pour étudier que pour varier les effets de l'*Electromoteur *de* Volta.

L'*Electromoteur* de Volta devint bientôt, entre les mains des plus savans physiciens de l'Europe, une source féconde de faits aussi nouveaux que l'appareil lui-même. Il fut, pour ceux qui s'en servirent les premiers, une mine à découvertes, où chacun n'avait qu'à se présenter, pour obtenir quelque nouveau résultat. Le nombre en est devenu si considérable, qu'il nécessite déjà une classification, non-seulement pour aider à s'y reconnaître et pour en faciliter l'examen, mais encore pour offrir, dans chaque partie, quelques pierres d'attente qui puissent servir à lier aux faits déja connus, ceux que l'on ne peut manquer de découvrir par la suite.

La classification en effets *physiques*, *chimiques* et *physiologiques* me paraît présenter ce double avantage, et c'est dans cet ordre que j'examinerai, dans trois articles différens, tous les effets de l'Électromoteur.

ARTICLE PREMIER.

Expériences et appareils pour l'examen des effets physiques *de l'Electromoteur.*

Les expériences de *Volta*, et principalement celle que nous avons décrite (*pag.* 51), nous ont montré comment ce célèbre physicien était parvenu à accumuler, dans le même instrument, la somme d'électricité produite par chaque couple de disques. Nous allons maintenant décrire les moyens d'examiner comment cette électricité se distribue dans l'appareil, et comment elle se comporte dans les communications que l'on établit entre ses parties. Ces premiers effets, et ceux qui en résultent, sont l'objet de dix paragraphes, dont cet article sera composé.

§. I^er^.

Expériences et appareils pour reconnaître l'état électrique de chaque extrémité de l'Electromoteur.

Pour connaître l'état électrique de l'une et l'autre extrémité de l'électromoteur, on se sert

d'un *condensateur* et d'un *électromètre.* Nous avons déjà donné la description de chacun de ces instrumens (*pag.* 40 et 47); mais le premier doit être remplacé, dans ce cas, par un autre, de même espèce, mais plus commode, et mieux adapté à l'usage que l'on veut en faire dans cette expérience. Quant au second, nous devons faire observer que l'*électromètre* à *pailles*, que nous avons décrit (*pag.* 40), ne peut servir qu'autant qu'on ne demande pas des résultats certains; mais seulement des à-peu-près. Nous avons détaillé de grandes causes d'incertitude, pour l'espèce d'électricité produite (*pag.* 42 et *suiv.*); il est encore plus inexact, pour la mesure de la quantité ou de l'intensité; car, dit, avec raison, le savant Hallé, dans son rapport à l'Institut: « Indépendamment de la difficulté de » rapporter très-précisément l'écartement à la » graduation, une distance double, entre les » pailles, n'indique point une force électrique, » seulement double. D'abord, en vertu de la loi » démontrée par le cit. Coulomb, cette force » est en raison inverse du carré des distances; » ensuite, on doit y ajouter l'effort nécessaire » pour vaincre l'effet de la force de pesanteur, » contre laquelle les pailles s'élèvent, et qui » croit, à mesure qu'elles s'élèvent, dans la pro-

» portion des sinus des angles, qu'elles font » alors avec la verticale. »

Je vais décrire ici, 1°. un autre condensateur, que nous devons encore à *Volta*; et 2°. le meilleur des électromètres dont on puisse se servir, et qui, je crois, n'est pas assez généralement en usage; je veux parler de la *Balance électrique* de *Coulomb*.

A.

Description du Condensateur *en bois.*

A B (*fig.* 37), est une rondelle de bois bien sec, du diamètre d'environ 25 centimètres, et de 0,03 d'épaisseur. Elle est formée de plusieurs pièces de rapport, bien jointes et collées, pour qu'elle soit moins sujette à se déjeter. On pratique, tout au tour, dans son épaisseur, une rainure, comme si l'on commençait une poulie. On recouvre la surface la mieux planée, d'un taffetas gommé, que l'on assujettit fortement, en fixant ses extrémités dans la rainure pratiquée dans l'épaisseur de la rondelle; et l'on a soin de bien tendre ce taffetas, avant de serrer entièrement la corde qui doit le fixer ainsi. Telle est la pièce destinée à faire les fonctions de *collecteur*.

PM, est un plateau, de cuivre jaune, d'un diamètre un peu moindre que celui que nous venons de décrire. Au centre de la surface supérieure, on pratique une petite vis, pour y adapter une tige de cristal *ti*, au moyen de laquelle on peut mouvoir le plateau, sans le toucher immédiatement.

Usage de cet appareil.

Pour se servir de cet appareil, on fait communiquer, avec la terre, le plateau de bois; en plaçant sa surface inférieure sur un corps conducteur, ou le tenant soi-même, sur le plat de la main, quand on n'est pas isolé. On pose ensuite le plateau *PM*, sur le taffetas gommé, et l'on met ce plateau, ainsi soutenu, en contact avec le corps dont on veut reconnaître l'état électrique. L'électricité qui se répand sur le plateau *PM*, par ce contact, n'étant pas transmise par la surface gommée de *AB*, on la recueille, pour ainsi dire, et l'on peut la transporter sur un autre corps, en lui présentant *PM*, que l'on enlève de sur *AB*, par son manche isolant.

B.

Description de la Balance électrique de Coulomb.

C V (*fig.* 38), est un grand cylindre de verre, sur les parrois duquel on a gravé ou collé un cercle *c g* divisé en 360 degrés. Au lieu d'un cylindre, on peut former une espèce de cage de quatre plans de glace, en y fixant intérieurement le cercle également divisé.

P S (*fig.* 39), est un plan de verre d'un diamètre un peu plus grand que celui du cylindre *C V*, qu'il est destiné à couvrir. Ce plan circulaire, est échancré en *a m n*, pour permettre d'introduire certains corps dans le cylindre *C V* lorsqu'il le recouvrira. Au centre de ce même plan, est une ouverture ronde *o r*, destinée à recevoir le grand tube de verre *G T* (*fig.* 40), que l'on fixe perpendiculairement, en cimentant, sur ce trou, son extrémité inférieure munie d'une virole pour cet effet.

A l'extrémité supérieure de ce même tube, on introduit et l'on mastique la virolle à rebord *V R* (*fig.* 41); elle est destiné à recevoir à frottement le tuyau de cuivre *T C* (*fig.* 42): lequel porte un plan circulaire de métal *m n*,

divisé sur son champ en 360 degrés. Ce plan circulaire est ouvert à son centre pour recevoir le bouton *B S*.

Ce bouton se termine inférieurement par une pince *p* que l'on serre, à la manière d'un porte-crayon, par un anneau coulant *a*. Cette pince est destinée à tenir un fil de suspension *ff*.

Au-dessous du bouton est fixée une règle horisontale *r h*, qui doit reposer sur la plaque lorsque la pince est introduite dans le cylindre, et dont l'extrémité *r* portant sur les divisions tracées autour de la plaque *m n*, doit indiquer les degrés de torsion que l'on donnera au fil pris dans la petite pince.

L'extrémité inférieure de ce fil est pris par une autre pince *p i* (*fig.* 43), mais renflée dans son milieu et traversée par l'aiguille horisontale *a g*. Elle est terminée inférieurement par un petit cylindre *b* dont le poids sert à tendre le fil.

L'aiguille horisontale *a g* est formée de *d* à *g* d'une paille enduite de cire d'Espagne, et de *d* en *a* d'un petit fil cylindrique de gomme laque. A cette extrémité *a* est adaptée une petite balle de moelle de sureau dorée, et l'autre extrémité se termine par un morceau de papier passé à la thérébentine, et qui n'est là que pour maintenir

l'aiguille *a g* dans sa position horisontale, en faisant contre-poids à l'extrémité *d a*.

B (*fig.* 44), est une autre balle de moelle de sureau dorée, fixée à l'extrémité d'un fil de cuivre qui tient à un bâton de cire d'Espagne *b i*.

Enfin, *g a* (*fig.* 45), est une grosse épingle fixée au bout d'un autre bâton de cire d'Espagne *m i*.

C'est de toutes ces pièces ajustées ensemble, comme on les voit (*fig.* 49), que se compose l'appareil précieux auquel son inventeur a donné le nom très-convenable de *Balance électrique*.

Principes d'après lesquels cet appareil fut construit.

Le célèbre auteur de cet appareil avait pour but de fournir les moyens d'établir l'équilibre entre une force électrique et une autre force quelconque, dont les plus petites quantités fussent susceptibles d'être mesurées avec beaucoup de précision. Il trouva celle-ci dans l'effort que fait un fil pour se détordre, et revenir à l'état antérieur à sa torsion.

Un petit levier *p l* (*fig.* 46), suspendu horisontalement et par son milieu, à un fil de soie ou de

métal, ne peut tourner autour du point de suspension *c* sans tordre le fil, qui fera, pour se détordre, un effort d'autant plus grand, que l'extrémité du levier aura été plus éloignée du point *b*, où la torsion était nulle ; et si l'on veut empêcher l'extrémité du levier de revenir à ce point de repos, il faudra employer une résistance capable de balancer l'effort de ce fil.

Dans un Mémoire lu à l'Académie des Sciences en 1784, Coulomb avait déjà déterminé les lois que suit cet effet, qu'il appelle *force de torsion*; et il avait trouvé que cette force, dans un fil de métal, était en raison composée de l'angle de torsion, de la quatrième puissance du diamètre du fil de suspension, et de l'inverse de sa longueur, en multipliant le tout par un coefficient constant, qui dépend de la nature du métal, et qu'il est facile de déterminer par l'expérience. Toutes choses étant égales, d'ailleurs, l'effort d'un fil tordu est proportionnel à l'angle de torsion ; de sorte que l'arc décrit par le point *b* du levier *b d* (*fig.* 46), étant de 30 degrés, et la résistance capable de faire équilibre à cette *force de torsion* étant exprimée par *r*, si l'on double la torsion de ce même fil, en portant *b* au 60me degré, il faudra, pour qu'il y ait encore équilibre, que la résistance soit égale à 2 *r*.

Usage de cet appareil.

Quand on ajuste toutes les pièces de cet appareil, pour le mettre en expérience, on a soin de placer le couvercle de manière que l'échancrure corresponde au *o* de la graduation établie sur le cylindre : on place de même l'index *r h* du micromètre *B S* sur le *o* de la division, et l'on fait tourner tout le micromètre dans le tube vertical, jusqu'à ce que la balle *a* de la tige horisontale *a g* corresponde au *o* de la division du cercle, sans que le fil qui le supporte ait éprouvé la moindre torsion. Alors on introduit, par l'échancrure, l'autre petite balle dorée *b*, que l'on place au contact de la balle *a*, de telle sorte que ce point de contact corresponde exactement au *o* de la division du cercle. La balance est alors toute disposée pour l'expérience, et l'on voit aisément que les degrés auxquels sera portée la balle *a*, par l'électrisation de *b*, de même que les degrés qu'il faudra faire parcourir à l'index *r h* pour ramener cette même balle *a* à son point de départ, seront la mesure exacte de l'intensité du fluide électrique qui l'en aura séparée.

Fig. 21.

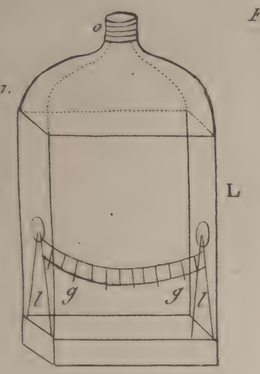


Fig. 22.

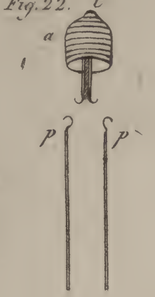


Fig. 23.

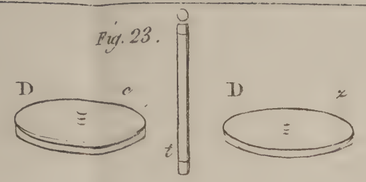


Fig. 24.

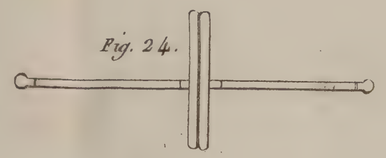


Fig. 25.

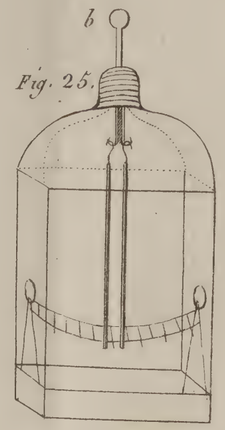


Fig. 26.

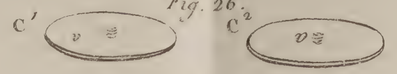


Fig. 27.

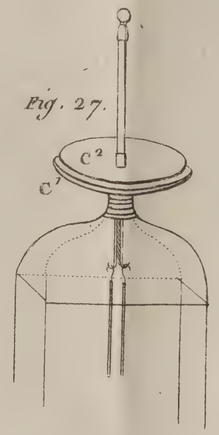


Fig. 28.

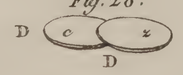


Fig. 29.

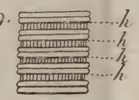


Fig. 30.

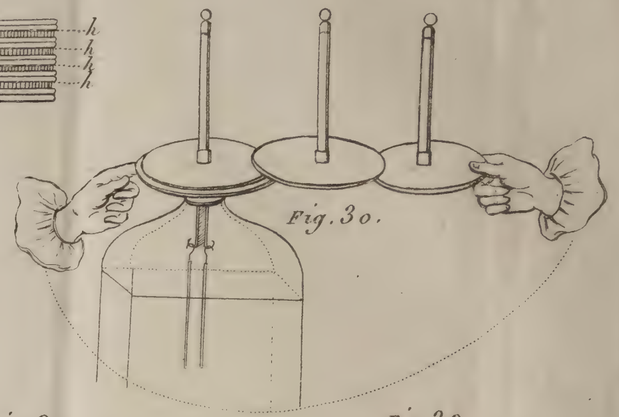


Fig. 31.

Fig. 32.

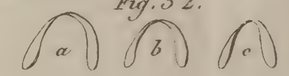


Fig. 33.

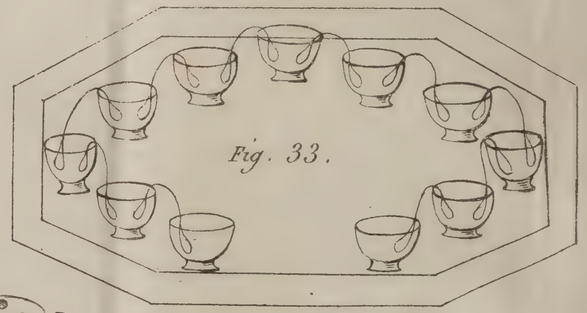


Fig. 34.

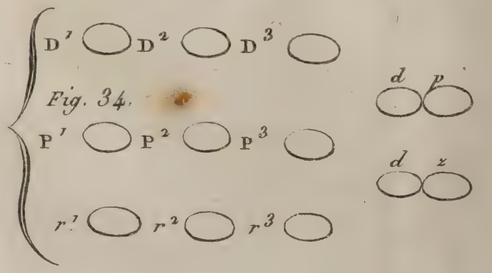


Fig. 35.

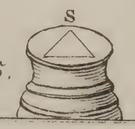


Fig. 36.

Fig. 37.

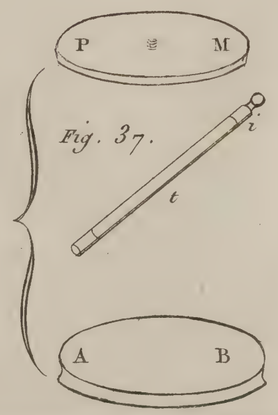


Fig. 38.

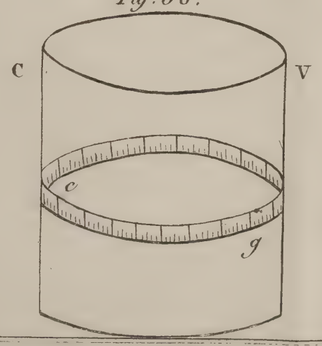


Fig. 39.

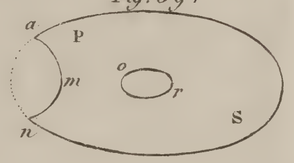


Fig. 40.

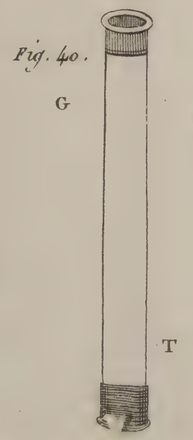


Fig. 41.

Fig. 42.

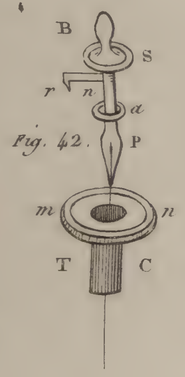


Fig. 43.

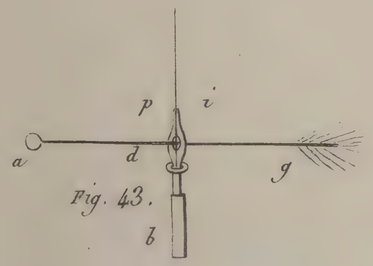


Fig. 44.

Fig. 45.

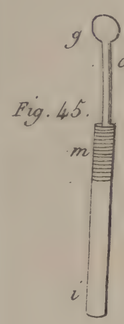
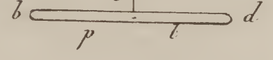


Fig. 46.



USAGE de ces deux appareils, pour apprécier la tension électrique des différentes parties de l'électromoteur.

L'électromoteur *A T* (*fig.* 47) et la balance électrique *B E* (*fig.* 49), étant placés sur une table, assez près l'un de l'autre pour pouvoir leur présenter successivement le condensateur, sans se déplacer, on pose le disque de bois *A* de ce condensateur (*fig.* 48), sur la main gauche, et sur ce disque, on met le plateau *P M*. On le présente ainsi à l'extrémité supérieure de l'appareil, de manière que son bouton saillant touche à celui du disque supérieur de l'électromoteur, ou à ce disque lui-même quand il est sans bouton : on touche, en même tems, avec la main droite mouillée, le disque inférieur de la colonne, par sa partie saillante *P*. Bientôt après, on fait cesser cette communication en abandonnant à-la-fois les deux extrémités de l'appareil, et prenant aussitôt le plateau *P M* par l'extrémité supérieure de sa tige isolante, on fait toucher son bouton saillant à la partie supérieure du bouton *b* plongé dans la balance électrique.

Effets. La balle dorée *a* est aussitôt portée à une distance marquée par le degré auquel elle

va correspondre, sur le cercle gradué, dans la cage de la balance, et la différence de ces degrés établit celle des quantités d'électricité recueillie par différens contacts du plateau *P M* du condensateur, avec telle ou telle partie de l'électromoteur.

OBSERVATION

Sur ces moyens d'apprécier la tension électrique.

Quoique la balance que nous venons de décrire, soit assurément l'électromètre le plus exact que les physiciens possèdent, on est encore bien loin de trouver, dans cette circonstance, des résultats constans, et l'on obtiendra très-rarement, deux fois de suite, le même degré d'écartement, la dose d'électricité étant égale. Cela tient, 1.° au condensateur, 2.° à l'électromètre lui-même.

1°. Ce condensateur est presque aussi inégal dans sa manière d'agir, que celui que nous avons déjà décrit. Pour peu qu'on le manie, il cesse d'être le même; il devient électrique par le moindre frottement; une pression plus ou moins forte, change quelque chose à son état; il faut être constamment en garde quand on en

fait usage; et, malgré les précautions les plus minutieuses, on ne peut éviter quelque altération dans sa manière d'agir, quand on s'en sert plusieurs fois de suite. La manière de le tenir sur la main, quand on le présente à l'électromoteur; la manière d'établir le contact entre son bouton saillant et le disque supérieur de l'appareil; la manière de séparer les plateaux; enfin, celle de présenter celui de métal à l'électromètre : tout cela présente autant de causes de variations dans les effets.

Ceux qui voudront se servir de cet appareil, doivent lire attentivement un Mémoire intitulé: *Recherches physiques sur cette question, quelle est l'influence de l'oxidation sur l'électricité développée par la colonne de Volta?* (Annales de Chimie). Ils y trouveront des détails très-instructifs sur la plupart des sources d'erreur, et verront avec combien de soins le célèbre auteur de ce Mémoire, le cit. Biot, est parvenu à se procurer des résultats *à-peu-près* comparables.

2°. A toutes ces causes de variations de la part du condensateur, il faut ajouter celles de l'électromètre lui-même. Après avoir porté une première quantité d'électricité sur la boule de l'électromètre *b*, et sur la balle dorée *a*, il

n'est pas si facile qu'on le pense, de remettre l'une et l'autre pièce au même état où elles étaient avant ce premier essai. C'est pourtant ce qu'il faudrait pouvoir faire, si l'on veut lui comparer le second.

J'ai eu souvent occasion de me convaincre qu'il ne suffit pas de toucher et de manier le bouton et la balle, pour leur enlever leur électricité acquise, et les remettre à zéro ou du moins au même état où elles étaient. Sans doute, celle qui leur reste n'est pas très-sensible, et la balle dorée revient au contact avec le bouton; mais, après une première opération, sa disposition à l'écartement n'est pas la même, et demande le plus souvent une moindre quantité de fluide, et quelque fois une plus grande. Je ferai mieux sentir mon idée, en disant qu'il faut moins de liquide pour remplir un vaisseau qui en a déjà contenu. Ces différences deviennent d'autant plus grandes, que les quantités employées sont plus petites.

Usage des mêmes appareils, pour apprécier l'espèce d'électricité produite à chaque extrémité de la colonne.

Exp. Ire.

Pour cette expérience, l'électromètre à paille est aussi bon que la balance électrique, et l'on peut s'en servir plus commodément.

On présente, comme dans l'expérience précédente, le bouton du plateau *P M*, de manière à le mettre en contact avec le disque supérieur de la colonne; tandis que ce plateau repose sur la rondelle de bois *A*, que l'on tient sur sa main gauche étendue. On touche en même tems, avec la main droite, la plaque inférieure *p*, et faisant cesser ces deux contacts à-la-fois, après un moment, on sépare verticalement le plateau *P M*, en le prenant par son manche isolant, pour le présenter au bouton de l'électromètre.

Effets. Aussitôt les pailles divergent; et si l'on examine, par les moyens déjà décrits (*pag.* 48), quelle est l'espèce d'électricité qui les fait diverger ainsi, on trouve que, dans le cas dont nous venons de parler, c'est-à-dire, lorsque la colonne se termine dans le haut par un disque

zinc; on trouve, dis-je, que l'on a obtenu une électricité *vitrée* ou *positive*.

Expérience 2^me^.

Répétez la même expérience, en employant absolument les mêmes moyens; mais, cette fois, vous ferez toucher le bouton du condensateur à la plaque inférieure de la colonne; tandis que, de votre main droite, vous toucherez la plaque supérieure.

Effets. L'électromètre, sur lequel vous porterez l'électricité obtenue, produira, cette fois, dans les pailles, un écartement que la cire frottée ne fera qu'augmenter; tandis que le tube de verre les fera se rapprocher. C'est donc une électricité contraire à celle que le même électromètre avait accusée dans l'expérience précédente.

Expérience 3^me^.

Montez l'appareil d'une manière toute opposée, c'est-à-dire, qu'au lieu de préparer vos couples *cuivre* et *zinc*, vous les aurez disposées *zinc* et *cuivre*; et parconséquent, vous aurez monté le tout d'une manière inverse. Répétez, avec cet appareil, les expériences précédentes.

Effets.

Effets. L'extrémité *supérieure* vous donnera la même espèce d'électricité, que vous aviez trouvée dans l'extrémité *inférieure* du premier appareil. Il en sera de même pour la partie inférieure de celui-ci; elle sera de même espèce que celle de la partie supérieure du premier.

L'*Electromoteur* présente donc, au total, mais seulement avec plus d'intensité, les mêmes effets que les élémens dont il se compose; électricité vitrée ou positive, pour le zinc; résineuse ou négative, pour le cuivre, comme nous l'avons déjà vu (*sect. II.^e art.* 1^er).

§. II^e.

Expériences et Appareils pour démontrer les attractions et répulsions galvaniques.

A.

Adaptez, à chaque extrémité de l'appareil électromoteur *A T* (*fig.* 47), un fil métallique très-mince, et les soutenant par des pinces isolantes, conduisez leurs extrémités libres à une très-faible distance l'une de l'autre.

Effets. Avant que vous les ayez conduits au point de contact, vous les verrez se jeter l'un vers l'autre, et contracter une espèce d'adhérence; telle que, par l'un des deux, vous en-

traînerez l'autre à volonté, et que leur séparation nécessitera un léger effort.

B.

Ayant bien mouillé les doigts de votre main gauche, dans une dissolution de muriate d'ammoniaque, prenez une grenouille, tout récemment préparée, et la tenant, par ses parties musculeuses, de manière que le tronc soit en en-bas, et les vertèbres pendantes aux nerfs sciatiques; présentez, à ces nerfs, un doigt de l'autre main, également mouillé (*fig.* 50).

Effets. Avant que votre doigt arrive aux nerfs de la grenouille, vous les verrez s'en approcher eux-mêmes, et aller, pour ainsi dire, au-devant de lui. Aussitôt que le contact aura lieu, les nerfs seront repoussés par une contraction générale des muscles, et l'effet se renouvellera, si la grenouille est assez riche en excitabilité.

Cet effet peut être augmenté, si, au lieu de présenter le doigt de la main, qui ne tient pas la grenouille, vous touchez la colonne épinière d'un animal récemment privé de la vie, et que vous approchiez, très-lentement, les nerfs pendans de la grenouille, à quelques-uns des muscles abdominaux, nouvellement découverts, de cet animal.

C.

Appareil et Expérience de Galvani.

Description. *R* (*fig.* 51), est un récipient de cristal dont le dôme est garni d'un bouchon de liège, auquel est suspendu un fil de soie portant une petite balle de moelle de sureau *b*; sur les côtés de ce récipient, sont mastiquées horisontalement deux petites pièces de cuivre, dans lesquelles entre à vis une petite tige, portant un bouton à l'extrémité qui se présente à la petite balle *b*; de manière que chacun de ces boutons peut être avancé à volonté vers la balle suspendue.

Usage de cet appareil. On voit, du premier coup-d'œil, qu'en établissant la communication du crochet *d* avec la base d'un électromoteur, et du crochet *g* avec son sommet, la balle de sureau *b* se trouve placée entre deux électricités contraires, comme le timbre du carillon électrique, etc.

Aldini avait imaginé cet appareil pour examiner s'il pourrait obtenir les attractions et répulsions ordinaires, par la seule électricité animale. Son oncle Galvani ayant préparé un veau pour ses recherches, ils mirent l'anneau *g*

en communication avec les muscles de cet animal, et *d* avec les nerfs. Mais ce fut en vain qu'ils cherchèrent à produire quelque effet attractif sur la balle *b*, l'électricité produite ne fut pas assez forte pour franchir la lame d'air qui la séparait des boutons métalliques. L'expérience ne lui fut pourtant pas inutile, car, ayant éloigné la balle de sureau, et approchant l'un de l'autre les boutons *g d*, les contractions se firent remarquer dans l'animal, aussitôt que les boutons furent au contact; ce qui leur présenta le fait, alors inconnu, des contractions produites sans les deux armatures.

D.

Appareil et Expériences de Ritter.

Description. *A B* (*fig.* 52), est une grande cloche de cristal garnie de deux pistons *P s*, qui descend perpendiculairement dans l'intérieur, et *P l* qui entre latéralement pour s'avancer à angle droit vers l'extrémité inférieure de *Ps*. Cette extrémité du piston *Ps* est terminée en pince, dans laquelle on fait tenir une petite feuille d'or semblable à celles de l'électromètre de Bennet. L'extrémité du piston *P l*, qui s'avance dans la cloche, est garnie d'un petit bouton.

Usage de cet appareil. Pour examiner l'in-

fluence de l'une ou l'autre extrémité de l'Electromoteur sur la feuille d'or, ainsi suspendue et très-mobile, l'on n'a qu'à faire communiquer sa base avec le piston latéral, et son sommet avec le piston perpendiculaire. On approche ensuite les deux tiges l'une de l'autre, à volonté et avec précaution, en observant attentivement la distance à laquelle la feuille d'or se met en mouvement pour s'avancer vers le bouton de *l P*.

Effets obtenus par Ritter, par le moyen de cet appareil.

1°. La communication étant établie de l'extrémité *P* du piston latéral, avec la base de l'Electromoteur, laquelle est cuivre, tandis que le piston *P s*, communique avec le sommet qui est zinc; si l'on approche ce piston latéral de la feuille d'or, elle est attirée avec une force analogue à celle de l'Electromoteur.

2°. Si l'on fait le vide sous la cloche, le piston latéral agit sur la feuille d'or à une plus grande distance.

3°. Ces attractions ont lieu, soit lorsque le piston latéral n'est plus en communication avec la pile, soit lorsque la chaîne est interrompue avec le piston supérieur; mais les effets sont

toujours plus grands, lorsque la communication est établie avec l'extrémité cuivre de la pile, que quand elle l'est avec l'extrémité zinc.

4°. La communication étant établie entre le piston supérieur *P s*, et l'extrémité cuivre de l'Electromoteur, la feuille d'or est alternativement attirée et repoussée. L'attraction peut encore avoir lieu d'après l'observation de Ritter, sans que le piston latéral communique avec l'Electromoteur, et lors même que la communication est interrompue avec le piston supérieur, par un très-petit espace.

5°. Si, après avoir établi la communication entre le cuivre de l'Electromoteur et le piston supérieur *P s*, l'on détruit subitement cette communication, et qu'en même tems on approche la feuille d'or du piston latéral, qui ne communique point, l'attraction se manifeste très-sensiblement. Dans ce cas, si l'on touche le piston supérieur avec un corps conducteur, l'attraction n'a plus lieu; si l'on ne présente ce conducteur qu'après que la feuille d'or s'est déjà portée sur le piston latéral, l'effet n'est détruit que pendant que ce conducteur touche au piston supérieur; il reparaît, de nouveau, lorsque ce contact est interrompu.

6°. Enfin, si l'on établit une communication

des deux extrémités de l'Electromoteur, avec le piston supérieur de la cloche, c'est en vain qu'on avance le piston latéral vers la feuille d'or; elle n'éprouve aucun effet d'attraction.

§. III.

Expériences et appareils pour obtenir les effets lumineux.

Accrochez au crochet *p*, du disque inférieur (*fig.* 47), un fil de fer très-mince et bien propre; présentez l'autre extrémité, de ce même fil, au disque supérieur *z*, du même appareil.

Effets. Vous verrez une scintillation au moment du contact; la pointe du fil de fer sera fondue et arrondie, si elle était anguleuse. Pour que la scintillation reparaisse, par le contact du même fil, il faudra limer ou couper cette extrémité arrondie, avant de la présenter, de nouveau, au disque *z*.

OBSERVATIONS.

On avait d'abord pris ces effets lumineux pour des étincelles électriques; mais les expériences des cit. Fourcroy, Vauquelin et Thénard, que je décrirai dans une autre section, et qui furent suivies d'une foule d'autres, dans le même genre,

vinrent bientôt éclairer sur la nature de ce phénomène, et le montrèrent comme une *déflagration*, une combustion du fil de fer conducteur; ce qui diffère beaucoup de l'étincelle électrique. Cet effet lumineux est d'autant plus marqué, que les métaux, dont on se sert, sont plus susceptibles de brûler avec flamme; et nous verrons, plus bas, que M. Pépis est parvenu à en brûler ainsi un grand nombre, avec son grand appareil. La nécessité du contact, pour obtenir cet effet lumineux, devait, elle seule, empêcher de les confondre avec l'étincelle électrique.

§. IV^e.

Expériences et Appareils pour reconnaître la célérité du courant galvanique.

Préparation. Placez, sur une table, un Electromoteur convenablement préparé; accrochez, à son extrémité inférieure (*fig.* 47), un fil de fer que vous déroulerez, en lui faisant suivre, dans une ou plusieurs pièces de votre appartement, les directions les plus commodes, pour qu'il ne se touche point dans tous ces détours, et de manière aussi que son extrémité vous reconduise auprès de la table sur laquelle est placé l'Electromoteur. Alors, tenant cette extrémité

dans votre main gauche, après l'avoir bien mouillée, touchez avec la droite, mouillée aussi, et, mieux encore, armée d'un cylindre de métal, la plaque supérieure de l'Electromoteur.

Effets. Vous éprouverez la commotion galvanique, comme si vous touchiez la base immédiatement avec la main gauche. C'est ainsi qu'Aldini l'a éprouvée, en tenant l'extrémité d'un fil de fer de 250 pieds de longueur.

§. V.

Appareils et Expériences pour examiner la faculté conductrice de l'effet galvanique dans différentes substances.

A B (*fig.* 53), est une tablette sur laquelle s'élèvent perpendiculairement, à quatre décimètres l'un de l'autre, deux tiges de verre *T T*, surmontées chacune d'une boule que traverse, à frottement, une tige de métal, terminée, d'un côté, par un anneau *a*, et de l'autre, par un petit bouton *b*, que l'on ôte à volonté, pour ne laisser que la pointe de la tige. Du milieu de la même tablette s'élève une troisième tige *M*, sur laquelle on peut visser et établir horisontalement un plateau ou un vase préparé pour cet effet.

Usage de cet appareil. On place, sur le plateau isolé *M*, la substance dont on veut examiner la faculté conductrice; on la place, dis-je, de manière qu'elle touche, par ses deux côtés opposés, aux deux boutons *b b*. On fait communiquer l'anneau *d* avec la base d'un Electromoteur, et tenant, de la main gauche, l'anneau *a*, on porte la droite sur le sommet de l'Electromoteur. L'effet résultant doit faire connaître si la substance, placée entre les deux boutons *b b*, est propre ou non à la transmission du Galvanisme.

Pour faire cet examen, par le moyen du condensateur, on commence par établir la communication entre l'anneau *d* et la base de l'Electromoteur; présentant ensuite, à son sommet, le condensateur, placé sur la main gauche, on touche, de la droite, l'anneau *a*. Si la substance, placée entre les deux boutons, est conductrice, le condensateur recueille l'électricité, comme si l'on touchait la base de l'Electromoteur, au lieu de toucher l'anneau *a*.

Observations et recherches sur la propriété conductrice de la flamme, pour le Galvanisme.

J'ai trouvé tant de contradictions, dans ce que l'on a publié jusqu'ici, sur la propriété

conductrice de la flamme, pour le Galvanisme, que je me suis décidé à revoir cette question, avec quelque détail, pour tâcher de terminer enfin l'incertitude dans laquelle nous ont laissé, sur ce point, les assertions contraires de plusieurs expérimentateurs d'un grand poids. Comme ils ne parlent, les uns et les autres, que d'après les expériences qu'ils ont faites, il faut nécessairement qu'ils en aient tiré de fausses conséquences, ou que les faits ayent été mal vus. Je vais les examiner successivement, pour chercher à découvrir la source de l'erreur qui existe nécessairement d'un côté ou de l'autre.

I.

Expérience et Appareil de Camille Galvani.

Description. Sur un tube de verre *T V* (*fig.* 54), on fixe une tige de métal *C M*, dont l'extrémité *C* se termine par un petit godet en grillage. Au bout de ce même tube, on fixe une autre tige de métal *D N*, dont l'extrémité *N*, partant du tube, est de même longueur que l'extrémité *M*, de l'autre tige; tandis que sa partie *D r* est assez longue pour venir se recourber sur le godet *C*.

Usage de cet appareil. La partie supérieure

de la tige *D N*, étant séparée du godet *C*, de la tige *C M*, on fait toucher les deux extrémités inférieures de cet arc métallique interrompu, avec les muscles d'une grenouille préparée, par le point *M*, et, avec ses nerfs, par le point *N*. On renouvelle ensuite le même contact, après avoir mis, dans le godet *C*, un charbon allumé; lequel remplissant l'espace, qui séparait *D C*, complète l'arc *M C D r N*.

Effets. Dans le premier cas, la grenouille n'éprouve aucune contraction; mais aussitôt qu'on établit la communication, en mettant le charbon dans le godet *C*, l'on obtient de vives contractions, qui ne pourraient avoir lieu, dit l'auteur de cette expérience, si le fluide ne pouvait traverser le feu. Ce qui s'accorde très-bien, ajoute-t-il, avec la propriété qu'on reconnaît au fluide électrique, de se répandre, à une assez grande distance, par les corps incondescens, et même par la flamme (*Aloisii Galvani, etc. pag.* 27).

II.

« Parmi les subtances isolantes, dit Humboldt » (*Exp. sur le Galvanisme, pag.* 175), le verre » échauffé et *la flamme* méritent sur-tout l'at- » tention du lecteur, parce qu'ils paraissent

» d'une très-grande importance dans les re-
» cherches, sur la nature du fluide galvanique,
» etc. » Il donne, dans cet article, une table des substances conductrices, et des substances isolantes du fluide galvanique, et il classe la flamme parmi les isolantes; et, plus loin (*pag.* 439) : « La flamme, dit-il, est le conducteur le plus » parfait de l'électricité, et elle est isolante dans » le Galvanisme. » Après avoir donné les preuves de son assertion, relativement à l'électricité : « Mais, il n'en est pas de même, ajoute-t-il, » (*pag.* 441), relativement au Galvanisme. » Qu'on isole une bougie ou du souffre, en l'at-» tachant sur un plateau de verre; qu'on réu-» nisse ensuite deux portions de la chaîne gal-» vanique, séparées par une couche d'air mince, » à l'aide de la flamme de la bougie ou de celle » du souffre; l'irritation métallique sera com-» plètement inactive, et il n'y aura contraction » musculaire, ou sensation de saveur, que lorsque » les métaux se toucheront immédiatement dans » la flamme ou hors de la flamme ». Humboldt cite Pfaff, comme auteur de cette expérience; il ne paraît pas qu'il l'ait faite lui-même; mais il la regarde comme très-exacte, comme on peut le voir parce qu'il ajoute ensuite.

« On ne doit pas objecter ici, dit-il, que

» pendant la combustion, des particules solides
» s'élèvent dans la fumée; que l'électricité est
» ainsi constamment entraînée, et que l'irrita-
» tion métallique est inefficace; parce que le
» fluide galvanique, comme le fluide électri-
» que, pénètrela flamme qui l'absorbe, au point
» qu'il n'en peut rien passer dans l'autre partie
» de la chaîne galvanique.

» Plusieurs expériences détruisent cette ob-
» jection. Si l'électricité, que la flamme reçoit,
» était dissipée de cette dernière, elle se ma-
» nifesterait bien différemment sur l'électro-
» mètre. Les plus petites quantités d'électricité,
» qui marquent, par exemple, à peine un
» 300e. de degré, à l'instrument de Volta, ne
» s'arrêteraient certainement pas dans les brins
» de paille ou dans les feuilles d'or; mais elles en
» seraient expulsées aussitôt qu'elles y auraient
» passé : de plus, le fluide galvanique est
» efficace, conduit à travers des vaisseaux fort
» grands, remplis d'eau bouillante, dans les-
» quels les parties métalliques de la chaîne, ne
» se trouvent pas en contact immédiat. Une
» surface d'eau, d'où il se fait une évaporation
» aussi considérable, n'entraînerait-elle pas plus
» d'électricité, que la petite flamme de gaz
» hydrogène, qui peut sortir d'un petit tube

» à baromètre ?.... L'isolement du fluide gal-
» vanique, occasionné par la flamme, ne peut
» donc s'expliquer, parce que la flamme entraîne
» ce fluide. »

III.

» J'ai voulu connaître, dit Gautherot (*Hist.*
» *du Galv. de Sue*, *tom.* 2, *pag.* 204), les corps
» qui sont conducteurs des effets galvaniques.
» Pour cela, j'ai composé un petit instrument,
» fort simple, afin d'essayer les corps, dans cha-
» cun de ces trois états, où la nature nous les
» présente; savoir : le *solide*, le *liquide*, et
» l'*aériforme*.

» Par le moyen de cet instrument, j'ai vu
» que la flamme elle-même qui, jusqu'ici, à
» a été considérée comme un fort bon conduc-
» teur de l'électricité, est de même que l'air
» imperméable, aux effets d'un appareil ordi-
» naire. ».

Gautherot, ayant reproduit cette assertion, dans une séance de la Société Galvanique, en indiquant la manière dont il avait expérimenté, *B*, Mojon lui opposa l'expérience de Camille Galvani. Cette contradiction, sur un fait qui ne semblait pas en être susceptible, fit demander que la question fût éclaircie dans la séance

même ; ce qui fut fait, par Robertson, de la manière suivante :

IV.

Expérience faite devant la Société Galvanique.

A l'extrémité inférieure d'un électromoteur ordinaire *E* (*fig.* 54), on adapta un fil de métal *f m*, que je tenais par un bâton de cire d'Espagne *i* ; sur un autre bâton de cette même cire *b*, était fixé un autre fil de métal, plus court, et terminé par un anneau *a*.

Ayant établi une bougie allumée *B*, sur un isoloir, auprès de l'Electromoteur, j'approchai les deux bouts des fils, que je tenais de chaque main, de manière qu'ils ne fussent séparés que par la flamme de la bougie. Tandis que je les tenais, ainsi en présence, Robertson présentait à l'anneau *a*, du fil de ma main droite, le plateau supérieur du condensateur; tandis qu'il touchait, de son autre main, l'extrémité supérieure de l'Electromoteur : après ce contact, il portait le plateau supérieur de son condensateur, sur un électromètre de Bennet.

Effets. Les feuilles d'or divergèrent fortement, et l'effet fut si marqué, dans plusieurs reprises de la même opération, que l'on avait assez constamment une étincelle, en présentant à un conducteur

ducteur non-isolé, le bouton de son condensateur ainsi chargé.

L'expérience fut répétée, en fixant le fil *f m*, à l'extrémité supérieure de l'électromètre, et l'extrémité inférieure étant touchée par celui qui présentait le condensateur à l'anneau *a*; dans les deux cas, l'électromètre accusa l'électricité appartenant à chaque extrémité de l'Électromoteur, comme si le fil de métal n'eût pas été interrompu par la flamme.

Cette expérience paraissait convaincante, mais Gautherot n'en assura pas moins, qu'on ne produisait point, par ce moyen, des effets purement galvaniques, et qu'il n'avait pu obtenir de saveur, en réunissant, sur sa langue, deux fils de platine, dont l'un était interrompu par la flamme d'une bougie, tandis qu'il l'obtenait, quand les deux portions du fil étaient en contact, soit dans la flamme, soit au dehors. Plusieurs membres de la Société rendirent le même témoignage.

V.

Expérience et Assertion d'Aldini.

« J'ai mis au sommet de la pile, dit le savant « professeur de Bologne, un canal circulaire » *D*, laiton qui contenait de l'esprit-de-vin;

» ainsi la pile se terminait par une flamme vive, » de laquelle j'approchai un conducteur mé- » tallique, tandis que de l'autre main, je touchais » la base de la pile. Le Galvanisme se refusa cons- » tamment à mes efforts, et la même chose ar- » riva, en substituant à l'esprit-de-vin, la » flamme d'une bougie. (*Essai théorique et ex- » périmental, t.* 1, *pag.* 42.)

» Il est bon de remarquer, ajoute-t-il ensuite, » que la flamme ne diminuait pas l'action du » Galvanisme, quand on faisait l'arc à la plaque » qui était au sommet de la pile.

» J'ai déjà prouvé, continue le même auteur, » par une suite d'expériences adressées au célèbre » Lacépède, que la *flamme qui interrompt l'arc* » *appliqué aux nerfs et aux muscles* d'une gre- » nouille, ne permet pas les contractions muscu- » laires. J'ai répété l'expérience avec le même » succès, sur plusieurs animaux à sang chaud, » et même sur la torpille; j'ai remarqué que la » flamme interposée dans l'arc qui touche le » ventre et le dos de la torpille, empêche les » secousses électriques. »

Voici la principale de ces expériences, telle qu'on la trouve dans le second volume, pag. 92, de l'ouvrage cité. Aldini prit deux conducteurs qui, d'un côté, communiquaient aux deux ar-

matures appliquées aux nerfs et aux muscles d'une grenouille préparée, tandis que, de l'autre bout, ils venaient se rencontrer l'un et l'autre, et ne laissaient entr'eux qu'une ligne d'intervalle ; cet espace fut rempli par la flamme d'une bougie ; et dès-lors, il avait un arc complet, établissant la communication des nerfs, aux muscles de la grenouille. « Néanmoins, dit-» il, à mon grand étonnement, je ne pus ob-» tenir la plus légère contraction. — La flamme fut variée et dirigée de toutes les manières ; il lui donna divers degrés d'énergie ; elle fut alimentée par diverses substances ; mais toujours aussi inutilement, pour obtenir les contractions musculaires.

Reflexions sur ces différentes Expériences, et sur les conséquences que leurs auteurs en ont tirées.

Voilà donc, d'un côté, 1.° l'expérience très-simple et très-probante de Camille Galvani, qui nous est donnée par Aldini lui-même, et qui nous fait voir l'effet galvanique, transmis par la flamme, comme l'électricité ; 2.° l'expérience faite à la Société Galvanique, qui nous montre les effets de l'Électromoteur ordinaire, recueillis

*

à l'extrémité d'un conducteur, dont la flamme fait partie.

De l'autre côté, Humboldt, Pfaff, Gautherot et Aldini, qui nous présentent des faits non moins simples, qui leur ont montré la flamme empêchant les effets galvaniques, de se produire par un conducteur, dont elle fait partie.

Dans un tel état de choses, je n'avais de meilleur parti à prendre, que de chercher la vérité par de nouveaux faits, et voici les moyens que j'employai :

Expérience 1re.

Description de l'appareil. *A E* (*fig.* 56), est un Électromoteur, dont la plaque supérieure, qui est de zinc, est soudée avec une tige du même métal, d'un décimètre de longueur, et qui s'avance horisontalement. *I C*, est un cylindre de cristal, établi sur un pied et garni, à son extrémité supérieure, d'une pince, qui peut se mouvoir dans tous les sens, comme sur un genou.

Usage de cet appareil. On place, dans cette pince *p*, une tige de métal, arrondie par les deux extrémités, et longue d'environ deux décimètre; en avançant le support *I C*, vers l'Électromoteur, on peut, à volonté, établir le contact entre les deux boutons des tiges *t z* et *t c*,

on laisse entre elles tel espace que l'on veut. On peut d'ailleurs établir la communication de la tige *t c*, avec l'une ou l'autre extrémité de l'Electromoteur ; c'est avec cet appareil, que j'ai fait les expériences suivantes.

Expérience 1re.

Je plaçai la tige isolée *t c* de manière que son bouton touchât à celui de *t z*; et présentant le condensateur, posé sur ma main gauche, à la petite plaque *c*, je touchai, de la droite, la base de l'Électromoteur *A E*.

Effets. Le condensateur acquit une électricité positive; je m'en convainquis, en présentant le plateau métallique à l'électromètre de Volta, dont les pailles divergèrent aussitôt, et furent rapprochées par l'approche d'un bâton de cire légèrement frotté.

Expérience 2me.

Au lieu de faire toucher le bouton de *t c* à celui de *t z*, je le fis communiquer avec la base de l'Electromoteur; et je répétai l'expérience précédente, en touchant, cette fois, de ma main droite, la tige *t z*.

Effets. Le condensateur se chargea, comme

dans l'autre expérience, mais d'une électricité contraire; je m'en convainquis par les mêmes moyens.

Expérience 3^me^.

Je plaçai de nouveau le bouton de la tige *t c* en présence de celui de *t z*, laissant entre eux un espace un peu moindre que le diamètre de la flamme d'une bougie; c'était, à très-peu de chose près, de deux centimètres.

Après cette disposition, je répétai l'expérience première, en présentant le condensateur à l'extrémité *c* de la tige isolée, et touchant, de ma main droite, la base de l'Electromoteur. Mais, cette fois, le condensateur ne recueillit aucune espèce d'électricité.

Expérience 4^me^.

Je remplis l'intervalle qui séparait les deux boutons de *t z* et *t c*, par la flamme d'une bougie que je plaçai sur le support isolant *S i*; et je présentai, comme dans les expériences précédentes, le condensateur à l'extrémité *c*, tandis que je touchais, de l'autre main, la base de l'Electromoteur.

Effets. J'obtins, par un contact très-court, une assez forte dose d'électricité pour jetter les

pailles sur les parrois de l'électromètre; et je m'assurai, par les moyens indiqués, que c'était l'espèce d'électricité que devait fournir le sommet *t z* de l'Electromoteur.

Expérience 5^me.

Je fis le même essai, en faisant présenter, à l'extrémité *t* de la tige *t c*, un autre conducteur isolé, qui partait de la base de l'Electromoteur; j'eus absolument les mêmes résultats, excepté que, cette fois, l'électricité obtenue, quand la flamme remplissait la séparation, se trouva négative.

De toutes ces expériences, j'étais en droit de conclure que la flamme n'empêchait nullement les effets de l'Electromoteur de suivre la marche qu'on leur voit tenir ordinairement par les corps conducteurs. Ayant répété cette expérience plusieurs fois, j'ai vu qu'il ne fallait même pas de contact entre les deux tiges *t z* et *t c*, par l'intermédiaire de la flamme; car j'ai recueilli de l'électricité à l'extrémité *c*, lors même que le bouton *t* était séparé de la flamme de plus de deux millimètres.

Mais ces expériences n'étaient pas de nature à décider la question, pour ceux qui voient, dans le Galvanisme, quelque chose de plus que

le fluide électrique. Il fallut donc les varier encore, et les rendre plus *galvaniques*, pour parler dans leur sens.

Expérience 6me.

Ayant préparé une grenouille à la manière accoutumée je mis en contact la tige *t z* et la tige isolée *t c*; et tenant, de ma main gauche bien mouillée, un cylindre de métal, dont je touchais la plaque *n* de l'Electromoteur; je présentai, à l'extrémité *c* de la tige isolée, les nerfs pendans de la grenouille, que je tenais de la main droite par les pieds; aussitôt elle éprouva les contractions ordinaires.

Expérience 7me.

Je fis cesser le contact de la tige isolée *t c* avec la tige *t z*, et laissant entre elle une séparation de deux centimètres, je répétai l'expérience précédente, mais toujours en vain; les mouvemens ne parurent en aucune manière.

Expérience 8me.

Je remplis la séparation des deux tiges par la flamme de la bougie, de manière que chaque bouton y plongeait de son côté, mais sans se tou-

cher, pas plus que dans l'expérience précédente. Je présentai de nouveau les nerfs de la grenouille à l'extrémité *c*; mais ce fut aussi inutilement qu'avant d'avoir mis les deux tiges en communication par la flamme, aucune contraction ne se fit remarquer.

Expérience 9me.

Je répétai les mêmes tentatives, en me servant d'armatures au lieu de l'Electromoteur; elles furent toutes aussi inutiles, je n'obtenais jamais de mouvemens musculaires, qu'autant que les deux tiges se touchaient immédiatement dans la flamme ou bien au-dehors. Je trouvai même que les mouvemens étaient beaucoup plus sensibles, quand le contact se faisait au-dehors de la flamme, et qu'ils manquaient quelquefois, quand il se faisait au-dedans.

J'avoue que je fus, pendant quelque tems, à ne savoir que penser de tout ce que je voyais, et que je fus tenté de croire qu'il y avait réellement quelque chose de plus que de l'électricité, dans la cause des mouvemens musculaires que produit la galvanisation. Mais, réfléchissant sur la grande différence qu'il peut y avoir entre deux grenouilles, je pris le parti de répéter la même expérience successivement avec celles qui me paraîtraient les plus excitables.

Expérience 10me.

Je n'eus pas besoin de multiplier les essais, car la première que je rencontrai me satisfit pleinement. En la préparant, je sentais qu'il faudrait y renoncer, si celle-là ne me présentait pas l'effet que je cherchais.

Je séparai donc les deux tiges *t z* et *t c*, et les faisant entrer, l'une et l'autre, dans la flamme d'une bougie, que je plaçai entre les deux; je touchai la base de l'Electromoteur avec le cylindre de métal que je tenais dans la main gauche, et je présentai, à l'extrémité *c* de la tige isolée, les nerfs de la grenouille que je venais de préparer. Le contact fut aussitôt suivi de contractions très prononcées, et je les répétai plusieurs fois avec le même résultat.

Ces contractions furent toujours moins vives que quand je présentais les mêmes nerfs à une partie de la tige *t z*; et quand ils eurent cessé entièrement de s'effectuer par le contact avec *t c*, ils paraissaient encore en les faisant toucher à *t z*, ou même en faisant communiquer immédiatement les deux tiges. Il arriva encore une époque à laquelle les deux tiges, se touchant dans la flamme, je n'avais que de très-légers

mouvemens par le contact des nerfs avec *t c*; tandis qu'ils étaient encore bien prononcés avec *t z*.

D'après tous ces faits, les contradictions que l'on trouve dans les ouvrages que j'ai cités, furent expliquées pour moi; et j'en conclus, 1°. que l'on s'était trop hâté en refusant à la flamme la faculté conductrice du Galvanisme, et que les expériences par lesquelles on avait été conduit à cette assertion, ne prouvaient autre chose, sinon que, moins parfait conducteur que les métaux, la flamme ne transmettait pas d'aussi faibles quantités qu'eux, soit qu'elle les entraîne dans son courant, soit qu'elle en absorbe une partie; 2°. que la saveur et les mouvemens musculaires des grenouilles ne sont pas, comme l'avaient pensé plusieurs physiciens, les meilleurs moyens de dévoiler les plus faibles effets des appareils galvaniques, et que le condensateur doit avoir la préférence, pour rendre sensibles les plus petites quantités du fluide auquel ces effets sont attribués.

§. VI^e.

Appareil pour examiner la transmission du Galvanisme par le vide.

La question de savoir si les effets du galvanisme se transmettent par le vide, comme ceux de l'électricité, n'est pas mieux décidée que la précédente, dans les divers ouvrages qui ont paru jusqu'ici; et elle n'est pas moins importante, non-seulement pour établir l'identité ou la différence dans les causes, mais encore pour parvenir à les mieux caractériser par une connaissance exacte des effets et des propriétés du fluide, auquel on croit devoir les attribuer.

Le savant Humboldt, qui s'est beaucoup occupé de reconnaître tous les moyens qui peuvent servir à former ou à interrompre la chaîne galvanique, en a fait un tableau, dans lequel on trouve le vide parmi les causes d'interruptions (V. *Expériences sur le Galvanisme, etc. pag.* 176, 1.^re *édit.*) « L'air est isolant du fluide galvanique comme le vide, dit-il ailleurs (*pag.* 439); ce qui, ajouté à plusieurs autres considérations semblables, le porte à conclure (*p.* 443) que l'on peut regarder comme certain que *l'électricité et le galvanisme ne sont point identiques.*

L'air est isolant du fluide galvanique, comme le vide : cette proposition pouvait bien n'avoir rien d'inadmissible, lorsqu'on recherchait encore la cause principale des phénomènes galvaniques; car il était possible que l'air ne fût pour rien dans leur production. Mais depuis que Volta nous a fait connaître son Electromoteur; depuis que les expériences qui le conduisirent à cette importante découverte, ainsi que les faits nombreux, auxquels donna naissance l'examen et l'étude de son nouvel appareil, ont fixé généralement les idées des physiciens, sur la véritable cause des phénomènes galvaniques; depuis qu'ils ont été forcés d'admettre, dans une des extrémités de cet appareil, une électricité accumulée, prête à se rétablir en équilibre, sur l'extrémité opposée, aussitôt qu'on lui offrira une substance propre à l'y conduire, la proposition, dont il s'agit, présente une contradiction manifeste; et, si les faits la démontraient vraie, elle serait éversive des idées que l'on s'est faites, sur la cause des phénomènes galvaniques en général, et sur-tout, sur la manière dont le fluide électrique se comporte dans l'Electromoteur de Volta.

Comment concevoir une *tension*, dans un fluide quelconque, sans cause cohibente? Or,

ici, comme dans tous les appareils électriques, quelle peut être la cause cohibente, si ce n'est l'air qui les enveloppe ? Mais, puisque l'expérience nous montre que les deux extrémités d'un Electromoteur, sont dans deux états opposés d'électricité, et que le fluide, accumulé dans l'une des deux, tend à se jeter sur l'autre, pour s'y rétablir en équilibre, comme celui de l'intérieur d'une bouteille de Leyde, tend à se répandre sur la surface extérieure; il est certain qu'il doit céder à cette tendance, aussitôt que l'on supprimera l'air, qui est la seule substance placée entre les deux extrémités de l'appareil; c'est ce que l'on voit, d'une manière sensible, quand on supprime l'air, placé entre le bouton et la surface extérieure d'une bouteille de Leyde.

En un mot, si c'est l'air, naturellement placé entre les deux extrémités de l'Electromoteur, qui s'oppose à ce que le fluide, accumulé dans l'un, se répande sur l'autre; il est évident qu'en faisant le vide, on enlève cet obstacle, et que, par-là même, le vide doit agir comme conducteur; et si l'expérience démontre une *tension* électrique, dans une extrémité, qui n'est séparée de l'autre, que par le vide pneumatique, il faut chercher, à cette tension, une

autre cause, que la propriété cohibente de l'air atmosphérique ; le plein et le vide d'air ne peuvent, dans ce cas, jouer le même rôle.

Humboldt ne dit pas, d'après quels faits il classe le vide, parmi les obstacles à la transmission du Galvanisme. Mais cette opinion paraît avoir été celle de plusieurs physiciens célèbres, tandis qu'il en est d'autres, non moins recommandables, qui ont montré l'Electromoteur, se déchargeant dans le vide, à la manière d'une bouteille de Leyde; et nous avons déjà vu, dans les expériences de Ritter (*pag.* 85), l'action d'une des extrémités de l'appareil, s'exercer plus efficacement dans le vide que dans l'air. C'est donc encore une question à revoir avec soin. Je vais présenter ici les expériences qui m'ont paru les plus propres à l'éclaircir.

La première a été faite, par les auteurs du Journal du Galvanisme ; j'ai fait les autres dans le même but, mais par des moyens différens.

Expérience 1.re

Appareil. Auprès de l'Electromoteur *A E* (*fig.* 56), on établit, deux vases de cristal *d g* (*fig.* 57), contenant du mercure, à la hauteur de 3 ou 4 pouces. Dans chacun de ces vases, on fait plonger une des branches d'un tube

recourbé *t r*, ayant chacune de 29 à 30 pouces de hauteur, et que l'on avait déjà rempli de mercure, avec tous les soins que l'on met dans la construction d'un baromètre. La profondeur des vases *d g*, est combinée avec la hauteur du tube recourbé, de manière qu'en enfonçant ou en élevant ce tube, dans les vases, on puisse, à volonté, faire cesser ou rétablir la contiguité du fluide dans la courbure du tube.

Usage. Cet appareil étant ainsi disposé, on établit une communication du vase *g*, avec la base de l'Electromoteur, par un fil métallique *f c*, et plongeant quelques doigts, de la main gauche, dans le mercure du vase *d*, on va toucher, de la droite, la plaque *t z* de l'Electromoteur.

Effets. Lorsque ce contact a lieu, tandis que le mercure est séparé dans la courbure du tube *t r*, on n'obtient aucun des effets de l'Electromoteur; mais si on le renouvelle, après avoir rétabli la contiguité du mercure, dans ce tube, en le faisant enfoncer, par celui qui le tient, tous les effets reparaissent, comme avec une seule et même chaîne de communication.

Expérience

Expérience 2me.

Appareil. B C (*fig.* 58), est un petit ballon de cristal, de 3 pouces de diamètre : sur une ouverture pratiquée au côté *C*, est fortement mastiquée une petite virolle de cuivre *c*, dans laquelle on introduit, à vis, une tige du même métal, dont l'extrémité extérieure presse un cuir gras, placé à l'ouverture de cette virolle. Sur l'autre côté, est pratiquée une ouverture semblable, à laquelle on a mastiqué une autre virolle *b*, ayant une boîte, à cuirs *d*, dans laquelle on introduit et l'on peut mouvoir, à frottement, une tige de cuivre, qui se termine extérieurement par un crochet, comme celle qui lui est opposée. Au goulot de ce petit ballon, est mastiquée une autre virolle *V*, plus grande que les latérales, et à laquelle on adapte un robinet ordinaire *r*.

Usage. Cet appareil étant vissé, sur une machine pneumatique, auprès d'un Electromoteur *EL*(*fig* 55), j'avançai la tige mobile *d*, et ne laissai que deux lignes de distance, entre son bouton et celui de la tige fixe *c*. Je fis communiquer celle-ci avec la base de l'Eletromoteur ; et présentant au contact de la tige *d*, le plateau métallique du condensateur, placé sur ma main gauche,

je touchai de la droite l'extrémité supérieure du même Electromoteur *E L*. Après ce contact, j'enlevai le plateau métallique, par sa tige isolante, pour le présenter à l'électromètre de Volta.

Effets. Les paillettes ne bougèrent pas; le condensateur n'avait donc rien reçu dans cette opération.

Expérience 3^me^.

Tout étant dans les mêmes dispositions que pour l'expérience précédente, je fis le vide dans le petit ballon, et je présentai de nouveau le condensateur aux mêmes points, en suivant la même marche.

Effets. Aussitôt que je présentai, à l'électromètre, le plateau métallique du condensateur, les pailles divergèrent par une électricité de même nature que celle que j'aurais obtenue en faisant toucher ce plateau avec la base même de l'Electromoteur.

L'expérience étant répétée, après avoir établi la communication de la tige *c*, avec le sommet de l'Electromoteur, tandis que je touchais la base avec ma main droite, le condensateur fut chargé d'une électricité contraire.

Ainsi, j'obtins l'électricité propre à chaque

extrémité de l'Electromoteur, en établissant, de l'une à l'autre, une chaîne interrompue par un espace vide d'air; et je l'obtins d'une manière qui n'avait assurément rien d'équivoque. Je ne crus pas néanmoins devoir m'en tenir à cette expérience; il me fallait encore des effets physiologiques par la même chaîne de communication.

Expérience 4me.

J'approchai la tige mobile *d*, jusqu'à une demi-ligne de la tige fixe *c*; et tandis qu'on faisait le vide, dans le ballon, je préparai une grenouille. Le mercure de l'éprouvette de la machine pneumatique étant parvenu à une demi-ligne du niveau, et la communication étant établie de la tige *c* avec la base d'un Électromoteur, je montai sur un isoloir, et tenant d'une main la tige *d*, je fis toucher, au disque supérieur de l'appareil, les nerfs de la grenouille que je tenais de l'autre main, par ses pieds, comme on le voit (*fig.* 50).

Effets. Je remarquai, dans la grenouille, des mouvemens très-sensibles, mais beaucoup moindres que lorsque je touchais, de l'autre main, la tige *c* au lieu de la tige *d*.

Expérience 5^me^.

Ayant apperçu quelquefois des contractions, lorsque je faisais toucher les nerfs d'une grenouille au sommet d'un électromoteur, sans établir de communication avec l'autre extrémité, je crus devoir varier l'expérience, pour me bien convaincre que l'effet était transmis par la chaîne établie. Je présentai donc, cette fois, à la tige *d*, les nerfs de la grenouille que je tenais par ses pieds; tandis que, de l'autre main, je touchais le sommet de l'Électromoteur.

Effets. Les contractions ne furent presque pas sensibles; tandis qu'elles reparaissaient avec assez de force, lorsque je faisais toucher les nerfs à un autre point de la chaîne, entre le ballon et l'Électromoteur; j'eus recours à plusieurs autres grenouilles, que je préparai successivement, et j'en trouvai qui éprouvèrent des contractions très-marquées, quand leurs nerfs touchaient à la tige *d*; mais toujours infiniment moindres, que quand je les mettais en contact avec quelques points de la chaîne, entre l'Électromoteur et le point de séparation des deux tiges. En les appuyant, sur le verre même, du côté de l'Élec-

tromoteur, vers le point *n*, j'avais des effets plus marqués, que si je les faisais toucher à la tige *c*, dont l'extrémité était si peu distante de l'autre.

J'avais observé de même avec le condensateur, que j'obtenais beaucoup plus d'électricité en le présentant au contact de la virolle inférieure *V*, qu'à celui de la tige *d*; comme si la surface interne ou externe du ballon, quoique de verre, eût présenté moins d'obstacle à sa transmission, que le petit espace qui séparait les deux tiges.

De ces expériences, je crois pouvoir conclure, 1°. que l'on ne peut pas dire en galvanisme, que le *vide soit isolant comme l'air*; 2°. qu'une surface quelconque, même celle d'un corps isolant, oppose moins d'obstacle à la transmission de l'effet d'un électromoteur, que le plus petit espace à traverser, lors même qu'il est privé d'air; 3°. que le condensateur est, dans tous les cas, le moyen le plus sûr de rendre sensibles les moindres quantités du fluide, qui puissent parvenir à l'extrémité d'une chaîne formée de substances différemment conductrices.

§. VIII.

Expériences et Appareil pour examiner l'action d'un Électromoteur, dans le vide.

Préparaion. Sur le plateau d'une machine pneumatique *M P* (*fig.* 59), on place un Electromoteur *e l*, récemment préparé, dont on fait communiquer le disque inférieur avec la tétine de la machine, par un fil de métal *c*. On recouvre cet Electromoteur d'une grande cloche de cristal *R*, dont la douille est garnie d'une boîte à cuirs, que traverse, à frottement, une tige de cuivre *t r*, coudée à son extrémité inférieure en *r*, et terminée à l'extérieur de la cloche, par un anneau *a*, pour en faciliter l'emploi.

Usage de cet appareil. La cloche étant bien disposée, de manière à permettre de faire le vide, on tourne la tige *t r*, pour que sa courbure aille se placer sur le disque supérieur de l'appareil *e l*. Pour avoir l'effet des deux extrémités de l'Electromoteur, on n'a, dès-lors, qu'à toucher, d'un côté, à l'anneau de la tige *t r*; et de l'autre, au-dessous du plateau de la machine pneumatique. Quand on l'a vérifiée, par tel moyen que l'on voudra, on fait le vide, et l'on examine

de nouveau, par les mêmes moyens, si les effets sont les mêmes ou s'ils varient, soit à mesure que le vide se fait, soit après qu'on l'a porté au plus haut degré.

Effets. Les physiciens ne sont pas d'accord sur les résultats de cette expérience : les uns prétendent que les effets sont les mêmes, après qu'on a fait le vide ; tandis que d'autres assurent qu'ils sont beaucoup plus faibles. Les uns et les autres établissent leurs assertions sur les expériences qu'ils ont faites, ce qui semble prouver que les effets de l'Electromoteur, tiennent à des causes compliquées, et qu'ils sont susceptibles de donner des résultats bien différens, par le plus léger changement dans les moyens de les apprécier. Or, dans cette expérience principalement, on n'a employé, jusqu'ici, que des moyens d'appréciation extrêmement vagues, les commotions, la saveur, le dégagement des bulles, etc.

C'est donc encore une question à revoir en entier, que celle de l'influence du vide sur l'Electromoteur ; et, pour la bien étudier, il faut s'attacher sur-tout à simplifier l'appareil, autant qu'il sera possible.

§. IX^e.

Appareil pour reconnaître l'action du Galvanisme, sur la polarité d'une aiguille aimantée.

Préparation. Disposez les tiges horisontales *a b*, *b d* de l'appareil (*fig.* 53), de manière que les deux boutons se trouvent à une distance un peu moindre que la longueur des aiguilles que vous voudrez soumettre à l'expérience; et, à la place des boutons *b b*, qui sont vissés sur leur tige respective, adaptez aux tiges, ou une petite pince, ou bien un petit ajutage applati.

Usage. Après avoir placé l'aiguille, de manière que ses deux extrémités soient prises dans les deux petites pinces; établissez une communication de *d*, avec une des extrémités d'un Electromoteur, et de *a*, avec l'extrémité opposée.

Effets. D'après les observations de Romagnési, physicien de Trente, l'aiguille déjà aimentée, et que l'on soumet ainsi au courant galvanique, éprouve une déclinaison; et, d'après celles de J. Mojon, savant chimiste de Gènes, les aiguilles non-aimentées acquièrent, par ce moyen, une sorte de polarité magnétique.

§. X.

Expériences et appareils pour reconnaître l'existence d'une atmosphère galvanique.

J'appelle atmosphère galvanique, cette matière qui enveloppe la surface de tout corps vivant ou récemment privé de la vie, et sur laquelle il suffit d'agir, pour produire un changement dans le corps lui-même.

C'est au célèbre Humboldt, que nous devons les premiers effets galvaniques, obtenus sans le contact immédiat des substances visibles. Ayant fait sécher une plaque de zinc, en la chauffant, il placa dessus un morceau de chair musculaire; il se disposait à la toucher avec une des extrémités d'un conducteur, dont l'autre extrémité était posée sur la cuisse d'une grenouille préparée, mais les contractions eurent lieu, lorsqu'il fut à trois quarts de ligne, avant le contact. Un phénomène aussi imprévu l'étonna beaucoup, et craignant d'avoir touché quelque fibre musculaire, sans y faire attention, il vérifia le fait par les expériences suivantes:

A.

Une des extrémités de l'arc métallique *c*, étant sur les muscles de la cuisse d'une grenouille

armée (*fig.* 59), il approcha l'autre extrémité, à une ligne de distance d'un autre morceau de muscle *m*, placé sur l'armature *a z*, du nerf de cette même cuisse, et les contractions furent très-fortes.

Cette expérience, qui fut souvent répétée, était bien propre à faire imaginer qu'il émanait du morceau de muscle *m*, placé sur l'armature du nerf, un fluide gazeux, qui servait à completter la chaîne. Pour vérifier cette conjecture, Humboldt fit interposer par une autre personne, entre la chair musculaire *m* et l'extrémité de l'arc conducteur *c*, une lame de verre très-mince, qui ne touchait ni à l'un ni à l'autre; le courant parut intercepté, à l'instant même, car l'effet cessa aussitôt, pour reparaître, quand on retira la lame.

Cette expérience, faite avec tout le soin possible, montra les mêmes résultats, pendant dix à douze minutes; et plus les essais étaient répétés, plus l'expérimentateur était obligé d'approcher l'extrémité de l'arc *C*, de la substance musculaire *m*. Lorsqu'il n'y avait aucun effet produit, en tenant cette extrémité à trois quarts de ligne, l'on n'avait, pour les faire reparaître, qu'à avancer cette extrémité; à une demi ligne de *m*, ainsi de suite.

B.

Le morcean de muscle *m*, de l'appareil (*fig.* 60), ayant été supprimé, l'expérience fut répétée sans succès, et les mouvemens n'eurent lieu, que lorsque la surface de l'armature *a z*, humectée d'eau, d'éther ou de sang, fut mise en contact immédiat avec le conducteur.

Le même morceau de l'expérience première, ayant été placé sur l'armature, fut encore si actif, que les contractions furent produites, en conservant la distance d'une demi-ligne.

C.

Pour décider si le degré d'excitabilité des organes influait sur le résultat des expériences précédentes, Humboldt les répéta, avec le même appareil, en plaçant sur l'armature *a z*, le nerf d'une autre grenouille, nouvellement préparée. Les contractions furent, à la vérité, plus fortes; mais la sphère d'action de *m*, n'avait pas plus d'étendue : il fallut même en approcher le conducteur *c*, à une demi-ligne, pour voir les effets marqués; et 6 ou 8 minutes après, il fallut l'approcher davantage. Enfin, l'atmosphère parut entièrement anéantie, et les contractions n'eu-

rent lieu que par le contact immédiat de *c* et de *m*.

D.

Les effets ayant totalement disparu, il chercha à les reproduire, en plaçant sur l'armature *a z*, un autre morceau de muscle, à la place de celui dont l'action venait de s'éteindre, ainsi successivement; il coupa un morceau de la même cuisse, dont il avait retiré celui qu'il voulait remplacer. En ayant posé deux fragmens sur *a z*, il chercha inutilement à obtenir les mêmes résultats; il n'eut point d'effet sans contact immédiat. Surpris de cette inaction, et l'attribuant à ce que la chair musculaire n'était pas très-récemment préparée, il disséqua une autre grenouille très-vive, et presque toutes ses parties musculaires furent successivement essayées; mais ce fut toujours sans succès. Il en fut de même, dans les expériences qu'il tenta les jours suivans. « Si je n'y avais apporté tous » les soins possibles, dit-il, si je ne les avais ré- » pétées plusieurs fois, j'aurais cru avoir commis » quelque erreur. » Mais, il eut, dans d'autres circonstances, le plaisir de voir paraître, de nouveau, les mêmes phénomènes, qui confirmèrent ses premières observations.

Ces variations, dans des résultats, qui devraient toujours être les mêmes, en employant exactement les mêmes moyens pour les obtenir, semblent indiquer que les causes de ces effets, sont souvent autre part que là où nous croyons les voir. Peut-être tiennent elles à des changemens de l'athmosphère, qui ne peuvent être indiqués par aucun des instrumens que nous avons à notre disposition, parce qu'ils sont d'une autre nature que ceux qu'on a étudié jusqu'ici.

Quoi qu'il en soit, les expériences qui semblent prouver l'existence d'une atmosphère galvanique, n'ayant pas de résultats constans, on ne peut en conlure, ce me semble, ni que cette atmosphère existe pour tous les corps, ni qu'elle soit hypothétique, puisqu'ils nous la présentent quelquefois incontestablement ; les conséquences que Humboldt tire lui-même, de tout ce qu'il a observé, ne vont pas plus loin que les faits ne l'autorisent. « Ces phénomènes ob-
» servés plusieurs fois, dit-il, donnent ce ré-
» sultat nouveau et bien remarquable, que les
» substances animales, fraîches, répandent
» *quelquefois* autour d'elles, une atmosphère
» conductrice invisible, dont l'étendue et l'effi-
» cacité diminuent, à proportion du tems,
» depuis lequel ces parties ont été séparées de
» l'animal. »

ARTICLE DEUXIÈME.

Des appareils propres à faire connaître les effets chimiques *de l'Electromoteur.*

« La chimie, dit le célèbre Berthollet, en » parlant du Galvanisme, vient d'acquérir, par » ces découvertes, qui font époque dans l'his- » toire des Sciences, un agent dont l'énergie » sera peut-être portée à un degré qu'on ne fait » qu'entrevoir, et qui donnera le moyen de » produire dans la formation et la décomposi- » tion des combinaisons chimiques, des effets » inattendus et supérieurs, dans quelques cir- » constances, à ceux qu'il est possible d'obtenir » de l'action du calorique. »

Les tentatives déjà faites, par d'habiles chimistes, sur un très-grand nombre de substances, nous prouvent, en effet, que le Galvanisme est capable de produire des changemens inconnus jusqu'alors, et de donner, à ceux que l'on produisait par d'autres moyens, des caractères particuliers qui lui sont propres. Parmi les effets chimiques résultans de l'action de l'Électromoteur, les uns appartiennent aux pièces mêmes

de l'appareil, et les autres aux différentes substances que l'on soumet à son action.

§. I^er.

Des effets chimiques de l'Electromoteur, observés sur les pièces même qui le constituent.

Exp. I^re.

Préparation. Après avoir monté l'Électromoteur de la manière décrite, accrochez, au disque inférieur *p* (*fig.* 47), un fil de fer ou toute autre tige de métal, et faites reposer son autre extrémité sur le disque supérieur *z*; faites l'y tenir, pour le laisser dans cette situation, en plaçant dessus un autre disque de zinc.

Effets. La solution dont les rondelles de drap sont humectées, se décompose et s'évapore; les disques métalliques s'oxident; les uns et les autres se dessèchent; l'action de l'appareil diminue, à mesure que ces effets augmentent; et, quand ils sont à leur plus haut degré, l'effet principal est éteint.

Expérience 2^me.

Préparation. Établissez, comparativement, deux appareils, montés en même-tems avec des

pièces semblables en tout, excepté pour la couleur des rondelles de drap, dont les unes seront de drap blanc, et les autres de drap en couleur. Établissez, en même-tems aussi, la communication entre les deux extrémités de chaque appareil.

Effets. Les effets de décomposition, de dessication, d'oxidation, seront plus lents dans l'appareil au drap blanc, que dans l'autre; et par conséquent, l'action de celui-ci sera moins durable que celle aux rondelles de drap blanc.

Expérience 3^{me}.

Préparation. Montez deux appareils semblables en tout; établissez en même tems les communications; abandonnez-en un à lui-même, et prenez soin d'empêcher l'autre de sécher, en mouillant à propos les rondelles de drap. Et tandis que vous ferez cette opération sur celle-ci, faites cesser les fonctions de l'autre, pour que les choses soient aussi égales que possibles.

Effets. L'action du premier appareil s'éteindra d'autant plus prochainement, que le tems sera plus propre à enlever l'humidité des rondelles. L'oxidation sera déjà très-considérable, lorsqu'à peine elle aura laissé des traces de son existence

existence sur les disques de l'appareil humecté ; et l'on pourra se servir de celui-ci, sans avoir besoin de nétoyer les disques, jusqu'à une époque très-éloignée, dont je n'ai pu limiter les bornes, en l'employant pendant un mois entier sans interruption.

§. II.

Des effets chimiques de l'Electromoteur, sur les substances soumises à son action.

Ces effets se réduisent à des décompositions, des séparations, des précipitations, des cristallisations, etc. Il n'entre pas, dans notre plan, de les décrire, mais seulement d'indiquer la manière de les obtenir. Toutes les substances, que l'on voudra soumettre à l'action galvanique, sont ou *solides*, ou *liquides*, ou *gazeuses*. Chacune de ces classes demande un appareil particulier.

A.

Appareil pour soumettre les subtances gazeuses à l'action d'un Electromoteur.

Description. ***P M*** (*fig.* 61), est un plateau de métal, dont le rebord est muni de trois cordons *c c c*, par le moyen desquels on peut

le tenir suspendu, comme le bassin d'une balance. *C C* (*fig.* 62), est une grande cuve, dans laquelle on a solidement établi le support *S*, à la hauteur de 3 ou 4 pouces, au-dessous du bord de la cuve. On a, de plus, un récipient de cristal, plus haut que l'Electromoteur, dont on veut faire usage. Il doit avoir, à son goulot, une virolle munie, non-seulement, d'une boîte à cuirs et de sa tige recourbée, comme celui de la (*fig.* 59), mais encore d'un robinet, propre à établir communication du dedans au dehors du récipient.

Usage de cet appareil. On commence par placer l'Electromoteur, que l'on vient de préparer, sur le milieu du plateau *P M*, que l'on fait descendre verticalemement dans la cuve *C*, en le tenant par les cordons *c c c*, dont on garde les extrémités, au-dessus de l'eau, dont la cuve est presque pleine. Quand l'appareil est, en entier, sous l'eau, on la recouvre du récipient, que l'on enfonce, après avoir ouvert son robinet, pour donner issue à l'air qu'il contenait. Lorsque le récipient est arrivé sur le plateau *C M*, et par conséquent plein d'eau, on referme le robinet et l'on monte le tout, par les cordons, jusqu'à ce que le plateau *P M*, se trouvant au niveau du support, qui toujours doit être

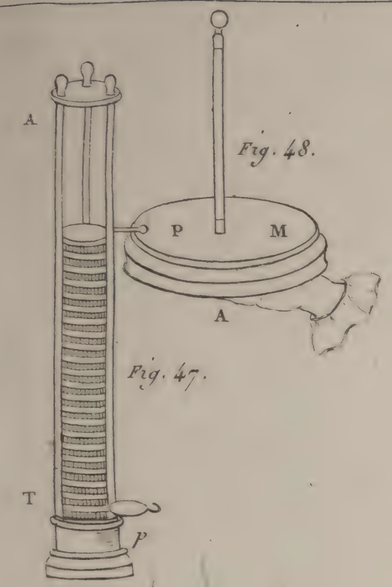


Fig. 47.

Fig. 48.

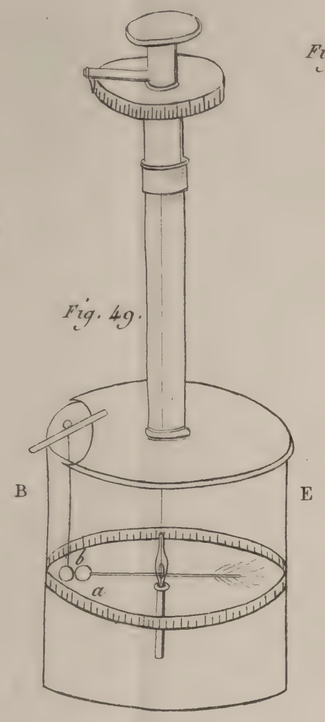


Fig. 49.

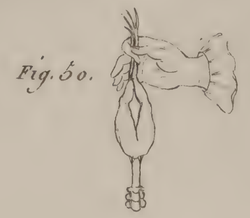


Fig. 50.

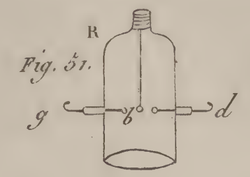


Fig. 51.

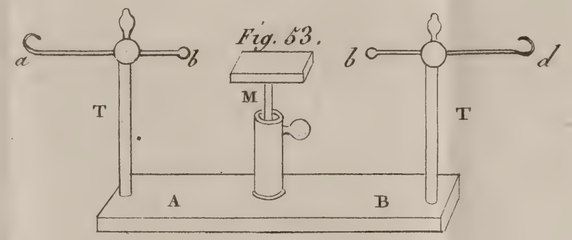


Fig. 53.

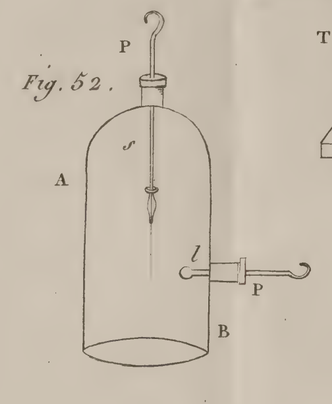


Fig. 52.

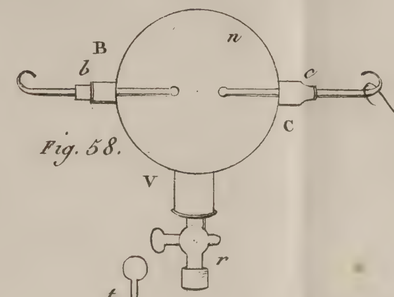


Fig. 58.

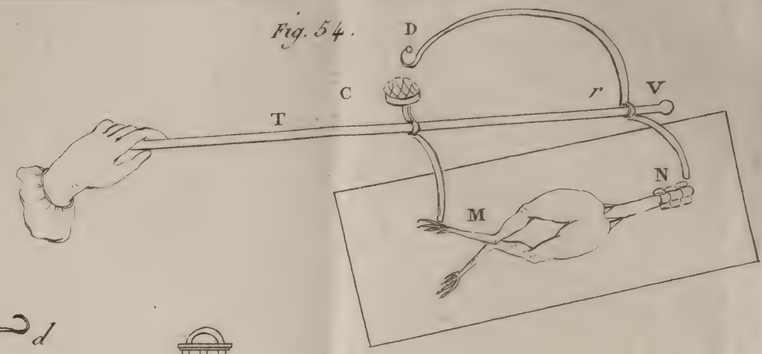
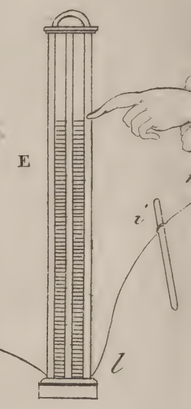


Fig. 54.



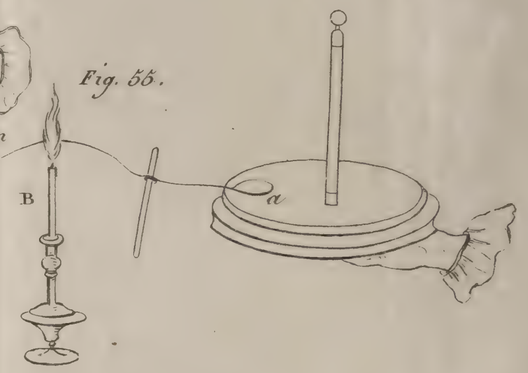


Fig. 55.

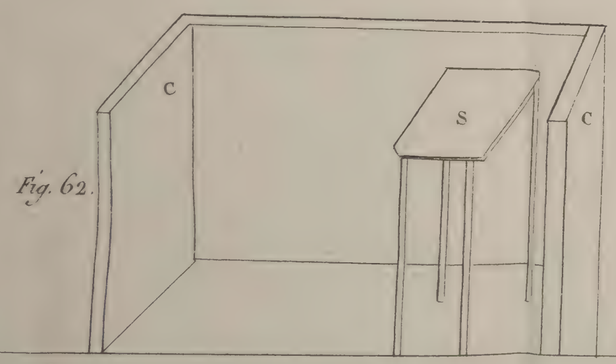


Fig. 62.

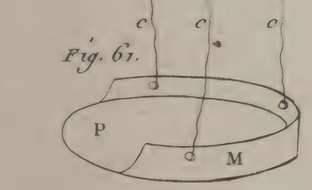


Fig. 61.

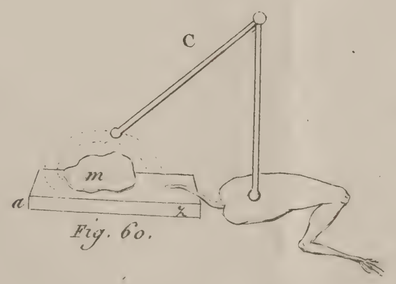


Fig. 60.

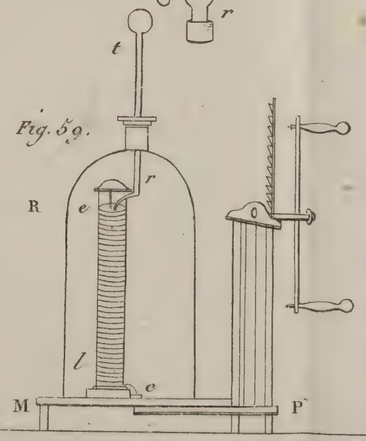


Fig. 59.

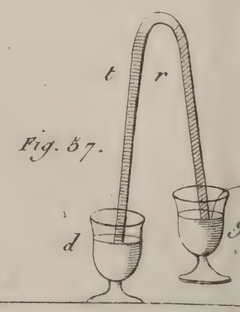


Fig. 57.

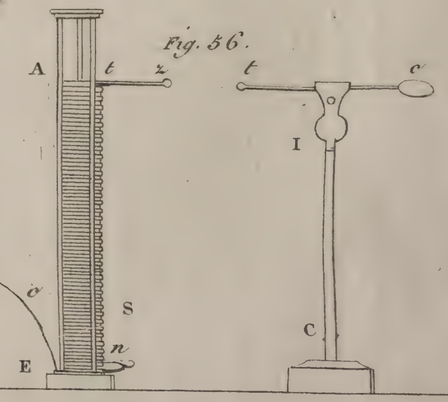


Fig. 56.

recouvert de deux ou trois pouces d'eau, on le glisse sur le support, et l'on avance un peu le récipient, vers le côté sans rebord, pour transvaser commodément le gaz, dont on veut le remplir pour l'expérience.

Cette opération terminée, on fait tourner la tige, de manière que sa courbure porte sur la plaque supérieure de l'Electromoteur, tandis qu'une petite chaîne, accrochée au disque inférieur *p*, repose sur le plateau *P M*. Alors, on n'a qu'à établir un conducteur quelconque, de la tige du récipient avec le plateau *P M*; ce qui peut se faire, très-commodément, en faisant tenir, au bas de cette tige, une chaîne un peu plus longue que l'Electromoteur, et qui descendra sur le plateau, parallèlement à l'axe de l'Electromoteur, mais sans le toucher, à cause de la courbure de la partie inférieure de la tige.

Après avoir ainsi laissé l'Electromoteur en action, tout le tems que l'on a jugé convenable, on avance tout l'appareil, vers le milieu de la cuve, en le tenant par les cordons; on visse, au robinet du récipient, une vessie disposée pour cet effet; on ouvre le robinet, et l'on enfonce le récipient dans l'eau, pour chasser, dans la vessie, l'air qu'il contenait; on examine ensuite, à loisir, les changemens qu'il a

éprouvés, par l'action de l'Electromoteur qu'il enveloppait.

Tel est l'appareil dont s'est servi Aldini, pour ces sortes d'expériences. Mais elles deviennent alors très-compliquées, par la grande quantité d'eau qui reste à toute la surface de l'Electromoteur, qu'il a fallu nécessairement y plonger en entier. La grande évaporation qui doit se faire, dans cet espace circonscrit, ne peut manquer de porter des modifications considérables dans les résultats. D'après ces considérations, j'en proposerai un autre beaucoup plus simple, et moins susceptible de compliquer les effets.

Autre appareil pour le même objet.

P S (*fig.* 63), est un plateau de cuivre, taraudé dans son épaisseur, pour pouvoir être vissé dans une virolle de même métal *V*. A cette virolle est fortement attaché une espèce de sac de beaudruche ou de taffetas gommé *s s t*; l'extrémité supérieure du sac est liée autour d'une tige creuse *c*, qui entre, de quelques pouces, dans le sac, et se termine, au dehors, par un robinet *r*.

Usage de cet appareil. On élève, sur le plateau *P S* un Electromoteur, dont le chapiteau est percé, dans son milieu, pour recevoir la

tige *c*. On recouvre l'Electromoteur avec le sac, en ayant soin d'introduire, dans cette ouverture du chapiteau, le bas de la tige *c*, de manière qu'elle porte sur le disque supérieur. On visse fortement la virolle *V*, sur le platean *P S*, et le robinet étant ouvert, on applique le sac sur toute la surface de l'Electromoteur, de bas en haut, pour chasser tout l'air qu'il pouvait contenir. Après cette opération, qui peut se faire très-promptement, on adapte, au robinet, un autre ballon plein du gaz que l'on veut employer, et on le chasse dans le sac, dont l'Electromoteur est enveloppé. Il n'y a plus qu'à établir une communication entre les deux extrémités de l'Electromoteur; ce qui peut se faire aisément, du robinet au plateau, au-dehors du sac, ou même dans l'intérieur, en laissant tomber une petite chaîne qui, tenant à la tige *C* au-dessus du chapiteau, descende parallèlement à l'axe de l'Electromoteur, sur le plateau avec lequel on fait communiquer son disque inférieur.

Quand on a laissé assez longtems l'Electromoteur en action, on chasse de nouveau l'air dont on avait rempli le sac, dans le ballon qui le contenait auparavant, et l'on peut en examiner les changemens par les procédés convenables.

B.

Appareils pour soumettre les liquides à l'action galvanique.

Les liquides, que l'on soumet au Galvanisme, éprouvent des effets bien différens, suivant la nature de leur composition; les uns et les autres éprouvent une altération qui va jusqu'à la séparation de leurs principes; mais, dans les plus simples, cette séparation se fait avec des circonstances différentes que dans les plus compliqués. C'est ainsi que la décomposition de l'eau, par l'action galvanique, présente une séparation de l'oxigène, qui est aussitôt fixé, par le métal lui-même qui contribue à cette séparation; tandis que l'hydrogène, passant à l'état de gaz, est séparé du liquide. Dans ceux qui sont plus compliqués, comme dans les liqueurs animales et végétales, il n'y a souvent ni fixation ni gazéification; mais la séparation n'en a pas moins lieu, et elle est suivie d'une précipitation, souvent aussi de combinaisons nouvelles, dont les résultats passent à l'état solide.

Il faut donc différens appareils, suivant les effets particuliers que l'on veut obtenir. Nous allons décrire les principaux, laissant au génie

des expérimentateurs, le soin de les modifier suivant les circonstances, et relativement au but qu'il se proposeront dans leurs recherches.

Appareil pour la décomposition de l'eau.

Description. o p l (*fig.* 64), est une espèce de siphon en verre, monté sur un pied de métal ou de bois plombé, et auquel on adapte, en *o*, une petite pièce de cuivre, percée latéralement, et munie d'un petit robinet *r*. *f g*, sont deux fils de cuivre, dont l'extrémité *e e* présente plusieurs fils de même espèce; chacun de ces fils traverse un petit bouchon de liége *b*, ajusté pour les ouvertures qu'il est destiné à boucher.

Préparation. On commence par introduire dans le tube, par l'ouverture latérale *o*, un des deux fils de cuivre; et lorsque son extrémité *e* arrive à la courbure, vers le point *p*, on fait glisser son bouchon, de manière à fixer le fil à cette position, en forçant le bouchon dans cette ouverture latérale *o*. Alors on remplit le tube d'eau distillée, par l'ouverture libre *o l*. On introduit, par cette même ouverture, l'autre fil de cuivre *g*; et lorsque son extrémité introduite se trouve à un centimètre de distance, de l'autre fil *f*, on le fixe, en forçant son bouchon dans

l'ouverture *o l*. Tout étant ainsi disposé, on ferme le robinet *r*, et l'appareil est prêt à mettre en expérience.

Usage de cet appareil. Ayant placé, près d'un Electromoteur *E L* (*fig.* 65), ce petit appareil ainsi disposé, on prend l'extrémité libre du fil *f*, pour l'accrocher à la double plaque *p*, et l'on fixe, sur la plaque supérieure *z*, l'extrémité de *g*.

Effets. Peu de tems après, que cette communication est établie, on voit l'extrémité du fil *f*, qui est plongée dans le tube, se couvrir de bulles qui, grossissant peu-à-peu, s'élèvent au sommet de cette branche du tube. L'extrémité, de l'autre fil, se couvre d'oxide et prend une couleur foncée. Quand il s'est ramassé une certaine quantité d'air, dans la branche *o p*, l'on n'a qu'à ouvrir le petit robinet, pour lui donner issue; et si l'on approche une bougie allumée de l'ouverture étroite, par laquelle il s'échappe, on le verra s'enflammer.

Si l'on change la disposition de ces fils, c'est-à dire, si l'on fait toucher le fil *g* à la double plaque *d p*, et le fil *f* au disque supérieure *z*. Les effets changent aussi; et c'est toujours de celui qui communique avec la double plaque *d p*, que les bulles se dégagent, tandis que l'autre s'oxide sans dégagement.

Enfin, si l'on pousse le fil *f*, plus avant dans le tube, et qu'on le fasse toucher avec celui qui lui correspond; tout effet apparent cesse, aussitôt que ce contact a lieu, et la décomposition de l'eau est arrêté.

Appareil de Wollaston.

Description. *F* (*fig.* 66), est un petit vase cylindrique de verre, porté sur un pied, et ouvert dans tout son diamètre. *B*, est un bouchon de liége préparé pour l'ouverture du vase; il est percé par une tige droite *z*, et par une autre tige d'argent, parallèle à celle de zinc, mais coudée dans la partie qui doit demeurer au-dehors du bouchon.

Préparation. On remplit ce tube, aux deux tiers d'eau, dans laquelle on met ensuite quelques gouttes d'acide sulfurique. Alors on ferme bien le vase, avec le bouchon préparé *B*, et l'on renverse ce petit appareil, de manière que le pied soit en haut, et le bouchon en bas (*fig.* 67).

Effets. On voit d'abord quelques bulles se dégager de la tige *z*; mais aussitôt que, par la partie extérieure et horisontale de la tige d'argent, on établit le contact des deux tiges à

l'extérieur, les bulles se dégagent très-rapidement, dans toute leur longueur exposée à l'eau, et sur-tout à l'extrémité de chaque tige ; si l'on fait cesser le contact, le dégagement des bulles s'arrête pour la tige d'argent, et se ralentit beaucoup pour celle de zinc.

Appareil de Pittaro et d'Aldini.

Ces deux physiciens ont modifié cet appareil, de manière à recueillir les gaz produits ; car on voit bien que le petit appareil de Wollaston, ne se prête pas à l'examen du résultat.

Description. *B* (*fig.* 67), est un petit ballon de cristal, ouvert par deux goulots opposés. L'inférieur est bouché par une rondelle de liége *L*, que traversent quatre tiges, deux de zinc et deux d'argent. Au goulot supérieur, on adapte un flacon de cristal *F*, par le moyen d'une virole de cuivre, percée d'un robinet à deux ouvertures ; l'une pour établir la communication perpendiculaire, de l'une à l'autre capacité ; et l'autre pour l'établir latéralement du dedans au dehors. Le tout est supporté sur un pied, qui tient à la virolle adaptée à la partie inférieure du ballon.

Préparation. Quand on veut se servir de cet appareil, on dévisse le flacon *F*, pour le rem-

plir d'eau pure. On visse alors sur lui, le ballon *B*, qui est encore vide, et que l'on remplit, à son tour, par l'ouverture destinée à recevoir le bouchon aux quatre tiges. Cette ouverture se trouve alors en-dessus. Quand le ballon est entièrement rempli d'une eau, mêlée de quelques gouttes d'acide sulfurique, on place le bouton que l'on assujettit solidement, et l'on renverse l'appareil, pour le tenir dans la situation où il est représenté (*fig.* 68).

Usage. Quand on veut le faire fonctionner, l'on n'a qu'à établir la communication entre les quatre tiges, et donner, au robinet *R*, la position qui permet la communication de *F* et *B*.

Effets. Bientôt après que le contact est établi, entre les quatre tiges, par la partie qui est à l'extérieur, on voit s'élever un grand nombre de bulles, dans le flacon *F*, dont elles chassent l'eau par l'ouverture latérale du robinet. Quand le flacon contient du gaz, en assez grande quantité, on ferme le robinet, et le dévissant, dans l'appareil pneumato-chimique, on fait, des gaz, tel usage que l'on juge convenable.

Observations sur cet appareil.

Cet appareil remplirait assez bien le but, si

l'on avait qu'une espèce de gaz à attendre; mais si l'on veut examiner séparément, celui qui se dégage de chaque métal particulier, l'on voit qu'il est insuffisant. Voici celui que je proposerai de lui subtituer dans ce cas.

Description. *B z*, *B c* (*fig.* 69), sont deux boules de verre, communiquant l'une à l'autre, par un gros tuyau *t t*, elles ont chacune un goulot *g g*, qui peut être fermé par un bouchon, traversé d'une tige de zinc, pour *B z*, et d'argent, pour *B c*; la partie opposée au goulot se termine par un tube de verre, qui va se recourber dans un appareil pneumato-chimique, sous de petits récipiens disposés à cet effet.

Usage. Quand on veut se servir de cet appareil, on remplit les deux boules par le goulot; les deux tubes ayant leur ouverture bouchée, pour cette préparation. Après avoir rempli ces ballons, on ferme les goulots par les bouchons armés de leur tige; et après avoir débouché les tubes, on place leur ouverture sous les petits flacons disposés sur la planchette de la cuve pneumato-chimique; il n'y a plus alors qu'à établir la communication, à l'extérieur, entre les tiges métalliques.

Effets. Les bulles, qui se dégagent bientôt de

chaque extrémité des tiges, s'élèvent dans le tube qui leur correspond, et vont au sommet des petits récipiens; alors on peut examiner ainsi séparément, l'espèce de gaz produite par chaque tige.

Appareil pour soumettre, à l'action du Galvanisme, les liquides plus compliqués.

Si l'on veut obtenir des précipitations, des séparations, etc., l'appareil à *couronne de tasses* est beaucoup plus convenable, et l'on peut, par son moyen, examiner l'action galvanique sur plusieurs liquides à-la-fois. Pour cela, on prépare les tasses avec les arcs métalliques, comme on les voit (*fig.* 33).

On n'a qu'à mettre les divers liquides, que l'on veut examiner, dans les différentes tasses qui forment la couronne, et faire communiquer les deux dernières, par un conducteur métallique.

Appareil d'Aldini pour le même objet.

Description. V (*fig.* 70) est un vase de verre ou de porcelaine; il est recouvert par une planchette percée de deux trous *t t*, dans chacun desquels on fait passer, à frottement, deux fils métalliques un peu forts, mais pourtant assez

souples, pour qu'on puisse les contourner dans leur extrémité destinée à plonger dans la liqueur, et les établir, par ce moyen, à une faible distance l'un de l'autre. Quant à l'extrémité qui demeure à l'extérieur, elle a un petit crochet auquel on adapte un fil conducteur, qui va communiquer avec une des extrémités de l'Électromoteur.

Effets. Peu de tems après la communication établie, le liquide mis dans le vase commence à perdre quelque chose de sa transparence, de sa couleur ; il devient floconneux, et il éprouve successivement les différentes modifications particulières à chaque substance, que l'on soumet ainsi à l'action du Galvanisme.

C'est par de semblables expériences, que plusieurs savans ont recherché et décrit les modifications opérées sur les liquides végétaux, et plus particulièrement encore sur les liqueurs animales ; et leurs premiers essais ont prouvé que le chimiste trouvera, dans le Galvanisme, un nouveau réactif, qui pourra devenir très-précieux, dans des mains exercées à l'analyse de ces substances.

C.

Appareil pour soumettre au Galvanisme, les substances solides.

L'appareil déjà décrit, pour examiner l'influence du Galvanisme sur l'aiguille aimentée (*pag.* 120), peut servir pour telle substance solide que l'on voudra soumettre à la même action. Si l'on veut faire agir l'Electromoteur sur des substances qui, sans être liquides, sont néanmoins trop molles, pour pouvoir se soutenir sur les tiges *a b*, *b d* (*fig.* 53), il n'y a qu'à les placer sur un support isolant *M*, et faire pénétrer les deux tiges, à une certaine profondeur, dans la matière à galvaniser. Les appareils déjà décrits, fourniront les pièces prinpales que chacun pourra disposer, suivant l'effet qu'il se propose d'obtenir.

Expérience et Appareil de B. Mojon, pour reconnaître l'influence galvanique, dans la putréfaction.

Préparation. Formez des couples, cuivre et zinc, pour monter un Electromoteur. Placez, sur chaque couple, une rondelle de chair musculaire fraîche ; empilez aussitôt toutes ces

couples, à la manière accoutumée. Vous aurez un Electromoteur, qui ne différera de l'Electromoteur commun, que par la rondelle qui sépare les couples métalliques. Conservez, d'un autre côté, un morceau de la même chair, dont vous avez fait les rondelles de cet appareil; et pour qu'il puisse vous servir de point de comparaison, laissez ce morceau de chair sur la table, dans la même atmosphère et à la même température que l'Electromoteur.

Formez une communication entre les deux extrémités de cet appareil, par le moyen d'un gros fil de métal, afin d'établir le courant galvanique.

Effets. Lorsque le morceau de chair, laissé hors de l'appareil, sera devenu livide, et que l'odeur ammoniacale aura prouvé son changement d'état et sa putréfaction, les parties de la même chair, interposées entre les disques métalliques, seront encore sans altération sensible. Si l'on en retire quelques morceaux, on les verra s'altérer très-promptement; tandis que ceux qu'on laissera dans l'appareil, se conserveront encore, sans éprouver de fermentation putride.

Observation sur cette expérience.

Les résultats de l'expérience de B. Mojon, sont constans,

constans, ils ont été observés par plusieurs physiciens, et sur-tout par Larcher-Daubencour et Zanetty ; mais l'explication qu'en donne B. Mojon, et qui est rapportée par Aldini, n'en présente pas, ce me semble, la véritable cause.

« Il paraîtrait d'abord, que l'on pourrait conclure de cette expérience, dit le professeur » Aldini(1). Que le Galvanisme empêche la » putréfaction des substances animales, en leur » donnant, en même tems, une disposition à se » putréfier beaucoup plus promptement, lorsqu'elles ne sont plus exposées à son action. » Cependant si nous faisons attention à toutes » les circonstances qui ont lieu dans cette expérience, nous verrons, comme le dit très-» bien le docteur B Mojon, que ce n'est pas » au fluide de la pile, que l'on doit attribuer » une propriété anti-putride, mais plutôt à la » grande affinité que les plaques métalliques » composant la pile, ont pour l'oxigène qui, » étant absorbé par les métaux, ne peut se » porter sur les substances animales, pour y » former du gaz acide carbonique, de l'acide » nitreux, de l'eau et d'autres combinaisons, qui

(1) Essai théorique et expérimental, *t.* 2, *p.* 29, 8°.

» ont toujours lieu dans la décomposition » putride ».

L'acide carbonique, l'acide nitreux, etc., se trouvent toujours, en effet, dans les décompositions putrides; mais comment s'y trouvent-ils? Comme *produits*, comme résultats formés après la séparation des premiers principes des substances animales, qui sont, comme on sait, l'hydrogène, l'azote, le carbone et l'oxigène, auxquels se trouvent souvent associés le soufre, le phosphore et différentes espèces de phosphates. Mais est-ce dans l'absence ou le défaut des combinaisons qui ne sont que le produit de la putréfaction, qu'il faut chercher pourquoi elle n'a pas lieu, pourquoi elle est retardée ou suspendue? C'est bien plutôt, ce me semble, dans celle des conditions qui sont nécessaires, pour qu'elle s'établisse et se développe. Or ces conditions signalées par le chimiste qui les a le plus observées et le mieux connues sont, après la cessation de la vie, *l'humidité* et *une chaleur modérée* (1).

Il paraît donc, que c'est au prompt enlève-

(1) Systêmes des Connaissances chimiques, *t. IX*, *p.* 100.

ment de l'humidité de la substance mise en expérience, enlèvement qui se fait évidemment par l'action des métaux, que nous devons principalement attribuer l'effet de l'expérience de B Mojon, plutôt qu'a l'absorption de l'oxigène par des plans métalliques.

ARTICLE TROISIEME.

Des Appareils propres à l'examen des effets physiologiques de l'Electromoteur.

Description. Auprès de l'Electromoteur *E L* (*fig.* 65), placez un vase contenant une dissolution de muriate de soude, ou mieux encore de muriate d'ammoniaque, et deux cylindres de métal *C M* et *C N*.

Usage. Plongez vos deux mains dans la solution contenue dans le vase, et les ayant bien mouillées, sur-tout à l'intérieur, prenez dans chacune un des cylindres métalliques *C M*, *C N*, après avoir appuyé celui de la main gauche sur le bouton de la plaque inférieure *d p*, touchez, avec celui de la main droite, le bouton *b* du disque *z*.

Effets. Vous éprouverez au moment du contact, une sorte de commotion moins sèche,

moins instantanée que celle de la bouteille de Leyde, qui est la seule que nous puissions lui comparer. En renouvellant le contact, l'effet se renouvelle avec une intensité qui va d'abord croissant peu à peu jusqu'à un certain période, après lequel elle décroît et finit par disparaître entièrement; tandis que la bouteille de Leyde ne donne, comme on sait, que deux commotions, dont la seconde serait très-peu sensible, si on retouchait le bouton aussitôt après avoir reçu la première.

Appareil pour soumettre à l'action galvanique, telle partie du corps que l'on voudra.

Description. *P p* (*fig.* 72), sont deux pinces de cuivre arrondies à leur sommet, et adaptées chacune à un manche de verre *T t*; elles peuvent être serrées par l'anneau *c*, à la manière d'un porte-crayon. *f f*, sont deux fils de laiton terminés d'un côté, par un crochet, et de l'autre par un très-petit bouton. Ils sont l'un et l'autre aussi forts que peut le permettre la flexibilité qui leur est nécessaire pour mouvoir aisément l'extrémité *b*.

Usage de cet appareil. Quand on veut soumettre à l'action galvanique, une partie quelconque d'un animal vivant ou mort, on fixe

les deux fils métalliques *f f* par leur crochet, l'un au bouton *b* de l'Electromoteur (*fig.* 65), et l'autre au crochet de la double plaque *p*. On prend chacun de ces fils que l'on fixe dans les pinces *P p*, à la distance convenable pour l'extension que l'on se propose de leur donner. Prenant alors à chaque main, une pince par son manche isolant, on place les deux boutons des fils métalliques, de manière que la partie que l'on se propose de galvaniser se trouve entre les deux.

Effets. 1°. Ces deux boutons placés sur différentes parties nerveuses et musculaires d'un animal récemment disséqué, font contracter les muscles auxquels ces parties appartiennent, et produisent des mouvemens d'autant plus forts, que l'appareil Electromoteur contient un plus grand nombre de couples.

2°. Ces deux boutons placés sur la langue d'un homme vivant, lui font éprouver une saveur plus ou moins sensible, suivant la force de l'appareil, le diamètre, et même la qualité des fils. Si l'on s'arrête sur ces sensations pour déterminer l'espèce de saveur, on trouve que celle du fil venant de *z b* est acide, tandis que celle qui est l'effet du contact avec le conducteur venant de *d a* à quelque chose

d'alcalin. Si l'on veut répéter souvent cette expérience, il est prudent de se servir d'un fil d'argent ou de platine, dont l'oxidation étant plus lente et moins nuisible, laisse moins à craindre pour les effets secondaires qui pourraient résulter d'un grand nombre de ces contacts.

3°. Si le nerf optique, ou quelqu'une de ses ramifications se trouve dans la partie comprise entre les deux boutons *b b*, l'on éprouve une sensation que l'on ne peut mieux désigner que par le mot d'*éclair galvanique*.

Ritter et après lui plusieurs autres physiciens, ont observé que l'œil en contact avec le conducteur venant de *d p*, éprouvait la sensation d'une flamme rougeâtre, tandis qu'il éprouvait celle d'une flamme bleue, lorsque l'œil était en contact avec le conducteur venant de *z b*.

4°. Si l'on place ces boutons dans l'une et l'autre oreille, on éprouve un bourdonnement et comme un bruit sourd qui peut devenir très-fatigant, et que Volta ne jugea pas convenable de prolonger trop long-tems. Grapengiesser a observé que le bouton qui part du disque *z*, excite un ébranlement dans l'organe auquel il correspond, avec des irradiations mar-

quées, tandis que l'autre occasionne une douleur pungitive.

5°. Le bouton qui vient de *b z* étant en contact avec la membrane des narines, si l'on touche avec la main l'autre fil ou la double plaque *d p* de l'appareil, on éprouve dans le nez une douleur lancinante insupportable, et une forte envie d'éternuer. Si c'est, au contraire, le bouton venant de *d p* que l'on introduit dans les narines, et que l'on touche avec la main le bouton *b z* de l'appareil, on éprouve dans le nez une douleur pungitive.

En général, chaque organe et chaque partie du corps vivant, que l'on placera ainsi entre les deux boutons de ces fils conducteurs, éprouveront des sensations relatives à leurs fonctions et à leur excitabilité. Je m'écarterais beaucoup trop de mon but, si je détaillais ici tous les effets de ce genre qui ont été publiés par ceux qui s'occupent de l'application du Galvanisme à l'économie animale, et sur-tout par les médecins allemands. Ma tâche était de décrire les moyens de les obtenir; mais j'ai cru devoir apeler l'"attention des physiciens sur cette différence remarquable entre presque tous les effets des deux extrémités de l'Electromoteur. Je la leur présente comme le fil que ne doivent

jamais abandonner ceux qui veulent parvenir à des notions plus satisfaisantes que celles que nous avons jusque ici, sur la véritable cause, non-seulement des effets galvaniques, mais encore des phénomènes électriques.

SECTION QUATRIÈME.

Des différentes constructions de l'Electro-moteur.

Les effets que nous avons décrits (*art.* 2^e^. sect. III^e^), et qui ont lieu sur les pièces même de l'appareil, ont des résultats extrêmement incommodes, et qui diminuent considérablement les services que l'on attendait d'abord de cet instrument. Ils bornent les fonctions de l'Electro-moteur à une durée beaucoup trop courte, au gré de ceux qui se livrent aux recherches, ou qui voudraient en faire de fréquentes applications : les opérations indispensables pour remettre un appareil en état, lorsqu'il vient d'être épuisé, sont bien capables, ne fût-ce que par le tems qu'elles exigent, de décourager l'expérimentateur le plus ardent.

Volta qui dût être le premier à s'en apper-

cevoir, fut aussi le premier à chercher le remède. Il renferma la pile préparée, dans de la cire ou de la poix, pour retarder l'évaporation du liquide. Il parvint à former ainsi deux colonnes électriques qui fonctionnèrent pendant plusieurs semaines, et dont il espérait, disait-il, conserver l'action pendant plusieurs mois. Il chercha de plus à rendre la colonne plus facile à monter, en faisant souder ensemble un disque cuivre et un disque zinc. Par ce moyen, la couple est toute préparée, et l'on n'a plus que deux surfaces à nettoyer au lieu de quatre.

Voilà les améliorations auxquelles Volta paraît s'être borné; mais plusieurs physiciens ont fait à son appareil, beaucoup de changemens; les uns, dans le but de le rendre d'un usage plus commode; les autres, pour augmenter l'intensité de ses effets; d'autres enfin, pour en procurer la permanence. Nous allons décrire ces divers appareils dans trois articles différens, suivant le but dans lequel ils ont été construits.

ARTICLE PREMIER.

Des modifications faites à l'Electromoteur de Volta, pour en rendre l'usage plus facile.

Je ne connais que trois appareils, dont les auteurs ne semblent avoir cherché qu'à faciliter l'usage de l'Électromoteur; ce sont, 1.° la *pile portative* de Volta; 2.° l'appareil à auges de Cruikshank; et 3.° les piles à godets d'Aldini.

§. I.er

Pile portative de Volta.

Description. Sur un plan circulaire de laiton *S* (*fig.* 73) et sur chaque pointe d'un triangle équilatéral inscrit dans ce cercle, s'élèvent trois tiges de cuivre, que l'on fait passer dans trois tubes de verre un peu moins longs, pour que le bout des tiges de cuivre qui dépassent, puisse être fixé dans un plan circulaire, et percé à son centre *C P.*

Entre ces tiges et sur la base *S*, on établit le nombre de couples cuivre et zinc, que l'appareil peut contenir en séparant à l'ordinaire,

chaque couple par une rondelle de drap mouillé. Les disques cuivre et zinc qui forment les couples, sont soudés l'un à l'autre.

E F est un étui de fer-blanc destiné à recevoir ce petit appareil. La partie supérieure *B*, destinée à fermer l'étui, est traversée perpendiculairement par un tube de verre garni d'une tige de métal, qui se termine par un bouton *z* à l'extérieur, et inférieurement par une petite plaque, qui doit reposer sur le disque supérieur de l'appareil, lorsque celui-ci étant dans l'étui, on aura fermé le couvercle. Cette tige *z c* est, par ce moyen, isolée de la pièce même à laquelle elle appartient, et la petite colonne ne communique avec ce même étui que par la base, étant isolée de tout le reste par les tiges de verre.

Usage de cet appareil. Le petit Électromoteur *S C* étant préparé comme à l'ordinaire, on l'enferme dans l'étui *E F*, et après l'avoir fermé de son couvercle *B*, qui s'adapte à bayonnette, sur le bord *b c*, l'on n'a qu'à porter le bouton *z* sur la partie que l'on veut galvaniser. Comme on tient dans sa main l'étui qui communique avec la base, on se trouve en contact à-la-fois avec les deux extrémités de l'appareil, et l'on doit éprouver les effets ordinaires.

Effets. Ainsi lorsque tenant l'étui dans une

main, l'on fait toucher le bouton *z* à sa langue, on éprouve la saveur propre au fil conducteur qui vient du côté du zinc, dans l'appareil ordinaire; tandis qu'on éprouve la saveur que donne le fil qui vient du disque cuivre, lorsque tenant le petit appareil par le bouton *z*, on approche la langue d'une partie quelconque de l'étui.

Si l'on veut recueillir l'électricité pour en examiner la nature, l'on n'a qu'à placer sur sa main gauche le condensateur, et tenant de la main droite le petit appareil par son étui, on verse, pour ainsi dire, une électricité positive, en faisant toucher le bouton *z* au disque métallique du condensateur, et négative en faisant reposer l'appareil sur le condensateur, et touchant avec la main droite le bouton *z*.

Si l'on veut faire agir cet Électromoteur sur un animal, l'on n'a qu'à toucher ses muscles de la main gauche, et porter sur les nerfs le bouton *a*; l'on se trouve absolument dans les mêmes conditions qu'avec tous les appareils ordinaires, aussi les effets sont-ils les mêmes.

Pour que cet appareil soit portatif, on sent bien que le nombre des couples doit être très-borné, et les effets ne peuvent être que relatifs à ce nombre. Mais on peut les augmenter, en prenant deux appareils de cette espèce, chacun

dans son étui, et montés inversement, c'est à-dire, que l'un des deux aura ses couples tournées de manière que le zinc reposera sur la base de l'appareil ; tandis que dans l'autre, ce sera le cuivre. Alors, tenant un de ces appareils dans chaque main, l'on n'a qu'à les faire toucher par leur bouton *z*, pour éprouver les mêmes effets que quand on touche les deux extrémités d'un Electromoteur ordinaire; mais avec une intensité double de celle que l'on aurait avec un seul de ces deux étuis.

Cet appareil présente comme on voit, l'avantage de pouvoir être transporté tout préparé, d'être très facile à manier ; et quand il est double, il est assez fort pour servir commodément aux expériences ordinaires.

§. II.

Auge ou cuve galvanique de Cruikshank.

Description. A F B (*fig.* 74), sont trois règles d'acajou égales dans toutes leurs dimensions, et destinées à former, avec les pièces *E S*, une auge dont *F* sera le fond, lorsque toutes les autres pièces seront relevées à angle droit, sur *F* qui demeure en place. Avant cette réunion, on doit avoir pratiqué, à la scie des rainures cor-

respondantes dans chacune des pièces *A B F*, qui d'ailleurs auront été bien vernies, ainsi que *E S*, pour qu'elles résistent à l'action des fluides dont on voudra les remplir.

On garnit les rainures d'un ciment résineux; et tandis qu'il est encore chaud, on y loge des couples de disques métalliques, préparés à cet effet, et contre lesquels on applique avec soin le ciment qu'elles font déborder, tandis qu'il est encore dans un état de mollesse.

Ces couples ainsi placées, forment autant de cellules, que l'on n'a qu'à remplir d'une solution convenable pour avoir, comme dans l'appareil ordinaire, des couples de disques qui sont séparées l'une de l'autre par une substance humide.

L'appareil de M. Cruikshank était composé de deux auges semblables (*fig.* 75), contenant chacune 120 paires de plaques argent et zinc.

Usage de cet appareil. On met d'abord les deux auges en communication, par un fil métallique, dans la succession convenable, c'est-à-dire, que l'extrémité qui se termine en zinc dans l'un, doit communiquer avec celui qui commence par cuivre dans l'autre; on rapproche ensuite les deux extrémités opposées, au point le plus commode pour les expériences que

l'on se propose de faire; on le peut facilement, puisque ces deux auges peuvent être établies parallèlement. Ainsi, l'on a sous la main les deux extrémités opposées de l'Électromoteur, qui équivaut à une colonne de 240 paires.

Lorsque l'appareil ayant long-tems fonctionné, ses surfaces métalliques sont enduites d'oxide, on les nettoye avec une brosse, et l'on n'a qu'à remplir de nouveau les cellules d'une solution convenable pour les faire fonctionner encore.

OBSERVATIONS.

Cet appareil serait très-commode, sans doute, s'il était aussi facile à nettoyer, qu'on le dit dans cette description que j'ai prise dans la *Bibliothèque Britannique;* mais je ne connais pas de brosse qui suffise pour nettoyer le zinc, quand il est oxidé, et la difficulté est bien plus grande dans les dispositions de cet appareil. J'en ai vu un que le professenr Aldini avait apporté de Londres; les cellules n'avaient guères plus de 4 lig. d'intervalle; et je ne vois pas comment, avec une brosse qui devrait avoir des dimensions encore moindres, on pourrait nétoyer les recoins de chaque cellule.

Il est encore un autre inconvénient, qui avait

bientôt fait abandonner celui que j'ai vu. C'est que, si bien que le bois soit verni, les liquides dont on remplit les cellules, finissent enfin par le gonfler et le faire déjeter. Il est possible, et même facile de remédier à ces inconvéniens; mais ce ne peut être qu'aux dépens de la simplicité que l'on desire dans ces sortes d'appareils.

§. III^e.

Appareils proposés par Aldini.

Le professeur Aldini s'est beaucoup occupé de débarrasser l'Electromoteur de toutes ces opérations accessoires et très-importunes, tant par le tems, que par les soins qu'elles exigent. Il a cherché sur-tout à se procurer un appareil qui fût toujours prêt à fonctionner au moment où l'on voudrait l'employer, et qui eût par conséquent l'avantage qu'il avait trouvé dans celui de Cruikshank, sans en avoir les inconvéniens. C'est dans ces vues que, profitant de l'idée des godets, imaginés par Alizeau, il construisit l'appareil suivant.

Electromoteur à godets.

Description. Sur un disque de zinc *z* (*fig.* 76), d'une forte épaisseur, on en soude un de cuivre

cuivre *c*, d'un diamètre un peu plus grand, et autour duquel on établit un cercle en cuivre *b*, qui forme, avec le disque de même métal, un godet soudé sur le disque zinc. *r* est une rondelle de bois, d'un très-petit diamètre, et d'une hauteur un peu moindre que celle du cercle de cuivre formant le godet déjà décrit. La hauteur de ce cercle doit être, à une ligne près, égale à la hauteur de la rondelle, plus à l'épaisseur du disque zinc soudé à chaque godet, à la surface opposée à sa concavité.

Préparation. Ayant un nombre de ces godets relatif à l'effet que l'on veut obtenir, on place le premier sur une large plaque de zinc établie sur le socle, et dont une partie dépasse la circonférence, comme la double plaque de cuivre dans l'appareil ordinaire (*fig.* 47); on place, au milieu de ce godet, une petite rondelle, sur laquelle on met un autre godet dont la capacité est en haut, comme pour le premier; et ainsi de suite, une rondelle au milieu de chacun. Quand ils sont tous empilés de cette manière, l'appareil est prêt à mettre en expérience, comme on le voit (*fig.* 77).

Usage. Quand on veut se servir de cet appareil, on n'a qu'à le plonger verticalement dans le liquide disposé à cet effet. Chaque godet

se remplit, et les couples métalliques se trouvent ainsi séparées par la substance humide, et par conséquent dans les conditions nécessaires pour produire l'effet de l'Electromoteur ordinaire.

Effets. Ils sont les mêmes, et s'obtiennent, de la même manière, en mettant les deux extrémités en communication. Mais, quand on veut cesser de s'en servir, on n'a qu'à renverser l'appareil et en enlever de suite l'humidité; ce qui peut se faire par des moyens bien plus prompts et plus commodes, que dans l'appareil à rondelles de drap ou de carton. Celui-ci doit être nécessairement démonté de toutes pièces, si l'on veut faire cesser son action; tandis que l'autre demeure toujours tout monté, et prêt à fonctionner de nouveau au premier besoin.

« Voilà, dit Aldini, une cuve perpendiculaire » dans laquelle vous avez un appareil toujours » préparé, sans avoir le désagrément de ne pou» voir le rétablir qu'avec beaucoup de peine. » En faisant des essais avec cet appareil, il s'apperçut, ajoute-t-il, que l'action galvanique continuait même après avoir fait écouler l'eau des godets; ce qui l'engagea à faire construire un appareil encore plus simple.

Second appareil d'Aldini.

Description. *T V* (*fig.* 78), est une baguette de cristal fixée sur un socle de bois. *c b* sont de petits cercles de bois, ayant très-peu d'épaisseur et d'un diamètre un peu plus grand que celui de la tige de verre, à laquelle ils doivent servir d'anneau. *c z* sont des couples de disques, cuivre et zinc, soudés ensemble, ayant, dans leur centre, une ouverture circulaire du diamètre de la tige *T V*.

Préparation. Pour monter cet appareil, on dispose les couples dans le même sens, c'est à dire, que le même métal soit toujours en dessus, et l'on n'a qu'à les enfiler sur la tige *T V*, sans autre soin que d'enfiler aussi un anneau de bois entre chaque couple métallique. L'appareil ainsi monté (*fig.* 79), les couples se trouvent séparés les unes des autres, par une lame d'air, de l'épaisseur de l'anneau de bois; au lieu d'être séparées, comme dans l'appareil ordinaire, par des rondelles de drap.

Usage de cet appareil. Quand on veut s'en servir, on le plonge, comme l'autre, dans le liquide préparé à cet effet, et puis on le retire verticalement. Le liquide a d'abord enveloppé toutes les surfaces qui l'étaient auparavant par

l'air ; quand on retire l'appareil, le liquide s'écoule : « Mais, dit Aldini, l'humidité qui reste » à la surface des plaques, suffit pour faire fonc- » tionner l'appareil.

» Je pense, ajoute-t-il, que cette disposition » doit être préféré à cause de sa simplicité, à » d'autres instrumens galvaniques ; car l'on peut » rétablir à volonté son énergie par la simple » immersion. Je sais que l'action n'en peut pas » être très-durable ; mais cet inconvénient ap- » parent ne pourrait-il pas être considéré comme » un avantage réel ? Pendant une longue série » d'expériences, ne serait-il pas commode de » suspendre, à volonté, l'oxidation des plaques » métalliques, et de la renouveler seulement » dans le moment où l'on en a besoin ? Cela ne » peut-il pas conduire à conserver les plaques » plus long-tems qu'on ne le fait dans la co- » lonne ou les cuves ordinaires ? »

OBSERVATIONS.

Les expériences que le professeur Aldini fera, sans doute, avec ses appareils qu'il venait de construire quand il les décrivit, répondront à ces questions ; il est à desirer qu'elles confirment la bonne opinion qu'il en a conçue.

Mais il est facile de voir que le second appareil

n'ajoute à la simplicité du premier, que pour la construction et non pour les manipulations; et que, si cet avantage peut le rendre moins coûteux, il sera aussi d'un service bien plus faible, et souvent même insuffisant. : car on sait qu'un Electromoteur n'agit pas aussitôt qu'il est monté, son action ne commence à se manifester que quelque tems après. Il faudrait donc attendre, à chaque immersion, le retour de cette action et son effet, qui ne peut être que très-fugitif, ne donnerait pas le tems de l'observer, dans beaucoup de circonstances, avant qu'il commençât à décroître.

Quant au premier appareil, je n'y trouve d'inconvénient, que dans la difficulté de bien enlever l'humidité des surfaces des godets, lorsqu'on voudrait abandonner l'expérience. Sans cela, ce serait sans doute l'appareil le plus commode que l'on eût fait jusqu'ici.

ARTICLE DEUXIÉME.

Des modifications faites à l'Electromoteur de Volta, pour en augmenter les effets.

Les premières expériences que l'on fit avec l'appareil de Volta, donnèrent bientôt le desir d'en augmenter les effets; et le moyen qui se

présenta d'abord pour obtenir cette augmentation, fut de multiplier le nombre des couples métalliques. La hauteur des colonnes, que l'on porta jusqu'à cent couples, présenta plusieurs inconvéniens, dont le plus défavorable était la pression que ce grand nombre de disques exerçait sur les rondelles de drap mouillé qui séparaient les couples inférieures. Cette pression, en chassant les liquides que ces rondelles sont destinées à retenir, hâtait leur dessication, et diminuait, par là même, l'effet que l'on cherchait à augmenter.

Pour éviter cet inconvénient, on fit de doubles et triples colonnes, rangées sur le même socle, et disposées de manière que, par les communications établies, l'effet total était double ou triple de celui de chaque colonne, sans avoir l'inconvénient dont nous venons de parler.

Mais, de tous les appareils imaginés jusqu'à ce jour, dans le but d'augmenter la force de l'Electromoteur, les plus remarquables, et qu'il importe le plus de connaître, sont, sans doute, l'*appareil à larges plaques*, des CC. Fourcroy, Vauquelin et Thenard, et le *grand appareil galvanique* de Pepys, qui n'est qu'une modification du premier.

§. I.^er

De l'Appareil à larges plaques des Citoyens Fourcroy, Vauquelin et Thenard.

On n'avait encore essayé d'autre moyen, pour augmenter les effets galvaniques, que celui de multiplier les couples de disques, lorsque ces célèbres chimistes, recherchant ce qui pouvait produire de plus grandes dimensions données aux mêmes élémens de l'appareil ordinaire, furent conduits à la découverte de nouveaux effets, dont on desire encore une explication satisfaisante.

Pour étudier ces effets, il faut avoir 32 plaques de cuivre et autant de zinc, de 15 centimètres carrés de surface, et trois ou quatre millimètres d'épaisseur. Il faut de plus autant de morceaux de drap blanc, des mêmes dimensions, et huit morceaux du même drap, mais de trois décimètres carrés de surface.

Premier usage de cet appareil.

Préparation. On place quatre de ces plaques de cuivre sur un même plan, de manière que chacune soit en contact avec une autre, par deux de ses côtés, comme on les voit (*fig.* 80). Sur

ces quatre plaques de cuivre, on en place quatre autres de zinc, dans le même sens, et on les recouvre d'un des grands morceaux de drap, de 3 décimètres carrés, que l'on a bien imbibés d'une dissolution saturée de muriate d'ammoniaque. Avec les 32 plaques de métal, on a, par ce moyen, huit couches pareilles de trois décimètres carrés de surface.

Sous la couche inférieure, et par conséquent en contact avec les plaques de cuivre, on place l'extrémité d'un fil d'argent, dont l'autre bout est garni d'un fil de fer très-fin, roulé en spirale, et dont la pointe libre excède le fil d'argent.

Effets. Au moment où ce fil de fer touche la plaque supérieure *z* de l'appareil, il rougit et lance des aigrettes très-vives. Quelquefois il s'enflamme dans l'air atmosphérique, et toujours dans le gaz oxigène, où il présente les mêmes phénomènes que dans l'expérience d'Inghenhouse. Dans l'air atmosphérique, le fil de fer se fond souvent en globules en donnant de vives étincelles, et la portion qui tenait à celle qui a été fondue, est cassante comme l'oxide de ce métal.

En faisant l'expérience avec deux fils, qui, partant chacun d'une extrémité opposée de cet appareil, vont se présenter au contact dans du

gaz hydrogène, ou dans le gaz acide carbonique, le fil de fer devient lumineux par le contact. Mais ici, dit le célèbre Fourcroy, ce n'est qu'une incandescence, puisque le fil de fer se trouve ensuite n'avoir changé que de couleur, et qu'il conserve sa ductilité. Cette même incandescence se manifeste en faisant l'expérience, sous le mercure, avec des gaz et des conducteurs bien secs; ainsi le premier effet n'est point dû à l'air décomposé sur les fils conducteurs, mais bien à deux causes réunies. Le mouvement du fluide galvanique rougit le fer; alors l'oxigène de l'air où il plonge, l'enflamme, le brûle avec décrépitation ou déflagration.

De petites parcelles de zinc, placées sur la lame supérieure, et touchées avec un fil de laiton communiquant à la lame inférieure, sont quelquefois réduites en poussière ou en fumée au moment du contact. Il se produit alors une décrépitation très-sensible, mais sans inflammation. Ces effets ne sont pas si constans que ceux que l'on obtient avec le fil de fer.

Les effets physiologiques et chimiques, produits par cet appareil, sont bien loin d'avoir l'intensité qu'il était naturel d'en attendre. Les commotions sont peu sensibles et la décomposition de l'eau se fait très-lentement.

Deuxième usage du même appareil.

Préparation. Au lieu de disposer les trente-deux plaques par couches de quatre, comme dans l'appareil précédent, si on les arrange pièce à pièce et par couples, à la manière accoutumée, en séparant ces couples par des morceaux de drap imbibé et des mêmes dimensions, on aura toujours la même surface, formant cette fois trente-deux étages au lieu de huit, mais quatre fois moins étendu.

Effets. Cet appareil ne produit point, dans cette disposition, des effets physiques si frappans que dans l'autre. L'incandescence et la fusion sont très-bornées, et l'on ne peut obtenir ni inflammation ni déflagration.

Mais les effets physiologiques et chimiques sont beaucoup plus intenses dans cette disposition que dans la première. Les commotions sont beaucoup plus vives, et la décomposition de l'eau bien plus rapide.

« Ainsi, dit le célèbre auteur de cette dé-
» couverte, la puissance galvanique qui rougit
» les métaux, et celle qui décompose l'eau ou
» qui excite les mouvemens musculaires, sui-
» vent des progressions différentes. La première
» suit la grandeur des plaques métalliques su-

» perposées, la seconde suit le nombre de ces » superpositions; la première croît avec l'étendue, et non par le nombre; la seconde s'accroît par le nombre des couches, sans être » sensiblement augmentée par l'augmentation » de leur étendue. La surface totale étant la » même, on peut produire à volonté l'un ou » l'autre de ces effets; l'inflammation du fer » avec peu de grandes plaques; la commotion » violente avec ces mêmes plaques divisées et » superposées. Le premier phénomène est en » raison inverse du second. »

On voit que cet appareil, qui semblait d'abord ne promettre qu'une augmentation d'intensité dans les effets, offrit des résultats inconnus jusqu'alors, et qui présentent un des faits les plus curieux parmi ceux qui appartiennent au galvanisme. C'est ainsi que le flambeau de l'expérience ne brille jamais inutilement dans les mains de ceux qui sont habitués à diriger sa lumière.

§. II.

Du grand Appareil galvanique de Pepys.

En donnant à l'appareil que nous venons de décrire la forme de celui de Cruikshank, M. Pepys a construit, à Londres, le plus puissant

appareil galvanique connu jusqu'à ce jour pour produire l'inflammation des métaux.

A A (*fig.* 81), sont deux auges ou cuves galvaniques de Cruikshank. Trente paires de disques sont cimentées dans un nombre égal de rainures pratiquées dans l'épaisseur de la cuve faite en bois d'acajou, proprement verni pour qu'il résiste à l'action des fluides dont on voudra les remplir. Ces trente paires de disques forment, par la manière dont on les assujettit dans ces rainures, un nombre égal de cellules. Chaque disque a 6 pouces, et présente par conséquent 36 pouces carrés de surface de chaque côté; et pour qu'ils servent long-tems, même lorsqu'on les plonge dans des liqueurs fortement acides, ils ont une épaisseur telle que chaque couple pèse 4 livres. A chaque bout des cuves est un tourillon jouant sur les traverses *B*, de l'espèce de caisse dans laquelle tout l'appareil est monté. Ces tourillons sont disposés de manière que le centre de gravité de la cuve à laquelle ils appartiennent étant immédiatement au-dessous, les cuves sont équillibrées et tournent aisément lorsqu'on veut les vider.

Au dessous de ces cuves est un bassin ou tiroir plat *C* de tôle vernie, pour recevoir les fluides qui tombent des cuves quand on les vide.

D (*fig.* 82), est un assemblage de six entonnoirs, espacés de manière qu'ils entrent dans autant de cellules.

E (*fig.* 83), est un vase d'étain avec six compartimens à becs; chacun desquels contient exactement autant de liqueur qu'une cellule.

Par le moyen de l'entonnoir composé *D* et du vase *E*, à nombre égal de compartimens, on remplit les cuves très-promptement et avec la plus grande facilité. Il n'y a qu'à plonger le vase *B* dans le liquide destiné à l'appareil. Chaque bec de ce vase *B* verse dans l'entonnoir correspondant de la pièce *D*, et celui-ci dans une cellule de la cuve.

F F (*fig.* 84), sont des tiges de cuivre ayant chacune un bourrelet; ils passent dans les trous pratiqués dans le couvercle de la caisse, lorsqu'elle est fermée, et communiquent avec les cellules des bouts des cuves.

G G (*fig.* 85), sont deux conducteurs métalliques composés de deux pièces unies par des douilles; celles d'en bas s'unissant de même aux principaux conducteurs *F F*; par cet arrangement les conducteurs sont mobiles, et prennent les directions qui conviennent le mieux aux diverses expériences.

I (*fig.* 86), est un arc métallique unissant les cuves par leurs extrémités.

Les cellules étant remplies, les cuves jointes par l'arc métallique, le couvercle fermé et les principaux conducteurs placés, l'appareil forme une caisse ou table galvanique dégagée de tout embarras, et parfaitement bien adaptée à toutes expériences que l'on juge à propos de faire.

Effets produits par cet Appareil. Dans un essai que M. Pepys fit de cet appareil, en présence de plusieurs savans réunis, les cuves furent remplies avec 32 livres d'eau activée par deux livres d'acide nitreux concentré; et avec cette charge on obtint les effets suivans :

1°. Des fils de fer, depuis un deux centièmes jusqu'à un dixième de pouce de diamètre, brûlèrent en répandant une vive lumière. Plusieurs petits fils cordés donnèrent un spectacle très-agréable, tel que serait à-peu-près celui de petites brosses ardentes.

2°. Du charbon de buis ne brûla pas seulement aux points de contact, mais fut toujours enflammé près de deux pouces au-delà.

3°. Le plomb en feuille rougit, brûla vivement, et lança un petit volcan, avec des gerbes d'étincelles et de la fumée.

4°. L'étain en feuille se consuma, en répandant une lumière très-vive, des étincelles, de la fumée.

Fig. 63.

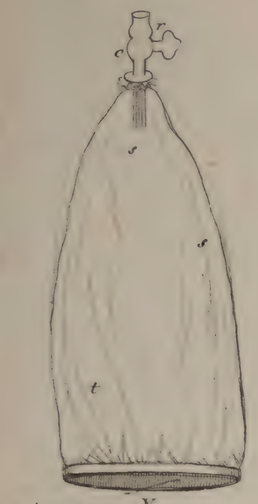


Fig. 66.

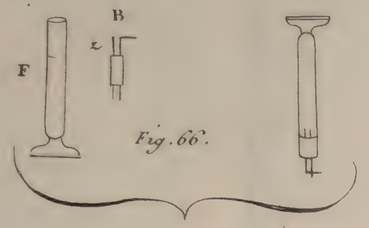


Fig. 67.

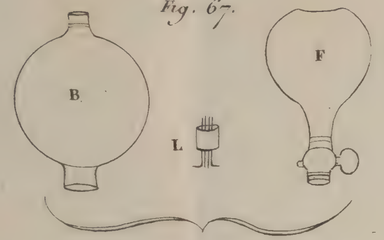


Fig. 68.

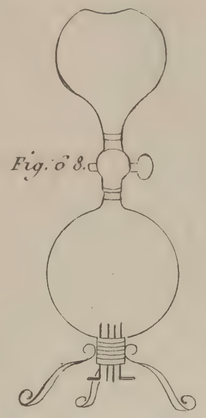


Fig. 69.

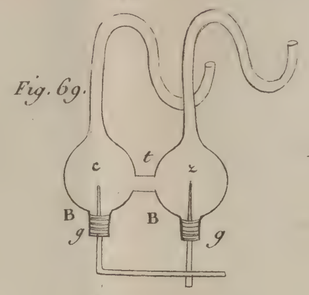


Fig. 70.

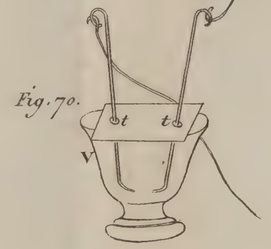


Fig. 77.

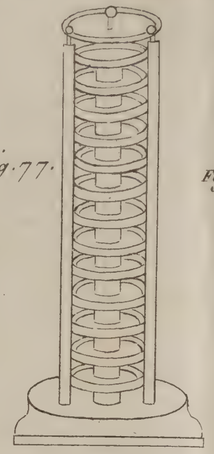


Fig. 78.

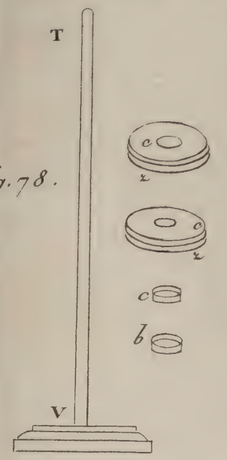


Fig. 79.

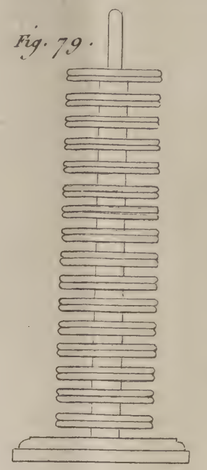


Fig. 80.

Fig 84

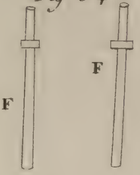


Fig. 86.

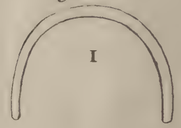


Fig. 76.

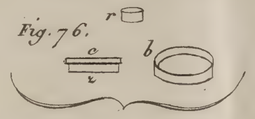


Fig. 82.

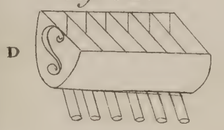


Fig. 85.

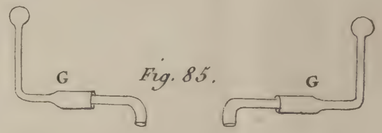


Fig. 75.

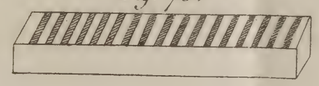


Fig. 81.

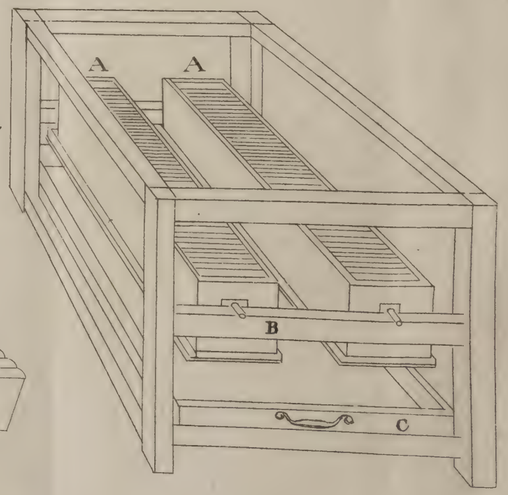


Fig. 64.

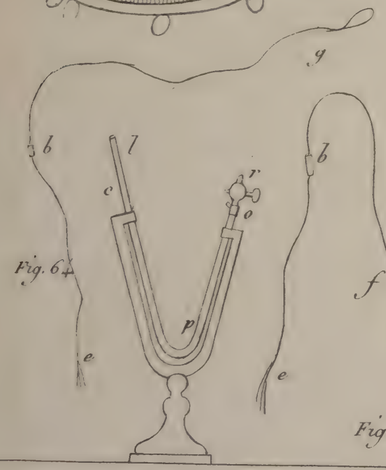


Fig. 65.

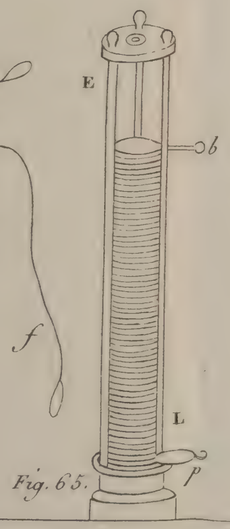


Fig. 72.

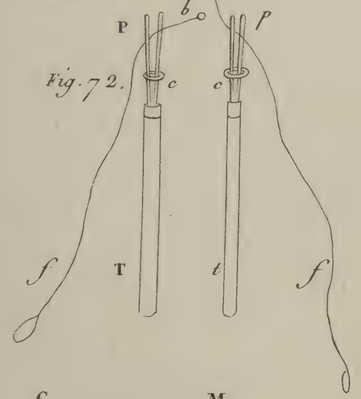


Fig. 71.

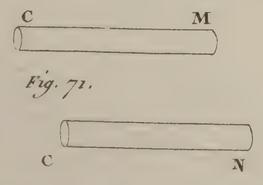


Fig. 73.

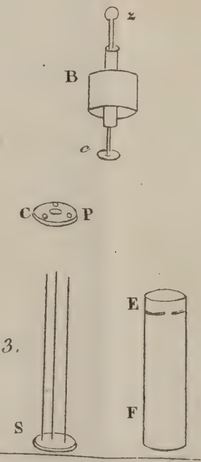


Fig 74

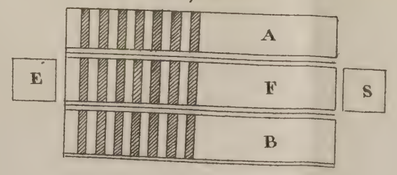
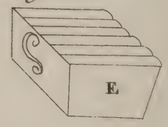


Fig. 83.



5°. Des feuilles d'argent donnèrent une lumière verte; intense et fort vive; point d'étincelles, mais beaucoup de fumée.

6°. L'or en feuille fut consumé avec une lumière blanche, éclatante, brillante, et de la fumée.

7°. Le fil d'étain, d'un huitième de pouce de diamètre, fut mis en fusion, brûlé et oxidé, en jettant beaucoup d'éclat.

8°. Du fil de platine, d'un seizième de pouce de diamètre, rougit à blanc, et se fondit en globules aux endroits du contact.

9°. La poudre à canon, le phosphore et les substances inflammables furent instantanément mises en feu, en leur faisant toucher les conducteurs armés de charbon.

10°. Après avoir parcouru une chaîne composée de seize personnes qui se tenaient avec les mains mouillées, le fluide galvanique fut encore capable d'enflammer le charbon.

La meilleure manière pour ces expériences est d'introduire, dans une terrine remplie de mercure pur, un des principaux conducteurs, et de fixer sur l'autre les substances sur lesquelles on opére : les feuilles et les lames de métal y adhèrent en les mouillant; les autres corps peuvent y être attachés.

La puissance de ces grandes cuves est si considérable, que toutes ces déflagrations continuent sans aucune intermission.

ARTICLE TROISIEME.

Des modifications faites à l'Electromoteur de Volta, pour augmenter la durée de son action.

La permanence de l'action de l'Electromoteur était sans doute le perfectionnement que les physiciens devaient le plus souhaiter d'atteindre; c'est aussi celui qu'ils ont le plus recherché. La théorie de Volta les mettait sur la route, en ne leur montrant la substance humide que comme conducteur; et chacun devait penser, d'après cela, que pour construire un appareil permanent, il n'y avait qu'à trouver une substance sèche qui possédât, au même degré que l'eau, la faculté conductrice sans être décomposable comme elle, par l'action même des disques qu'elle devait séparer.

Gautherot fut un des premiers qui s'occupèrent de ces sortes de recherches; et s'il n'a pas été le plus heureux, on peut assurer qu'il fut le plus

plus constant et le plus infatigable. Avec ses principales tentatives, nous avons à présenter celles de Hachette et Desormes, de Humphry-Davy, du docteur Hauff, et d'Alizeau qui, jusqu'à ce jour, est celui qui a le plus approché du but.

§. Ier.

Piles de Gautherot, a un seul métal et sans métaux.

Les nombreuses recherches de Gautherot, sur la propriété conductrice de différentes substances, et sur-tout celles qu'il fit en particulier sur le charbon, le conduisirent à penser qu'il pourrait le subtituer avec succès à l'argent, c'est-à-dire, à composer, avec le zinc et le charbon, une batterie galvanique. « J'y suis enfin » parvenu, dit-il, après beaucoup de tentatives » infructueuses, parce que tous les charbons ne se » trouvent pas également bons conducteurs, et » qu'il ne faut qu'une seule pièce conduisant » mal, pour arrêter les effets de l'appareil.

» Encouragé par ce succès, je m'occupai » plus particulièrement de la recherche des » corps, non-seulement conducteurs, mais qui, » de plus, développaient une saveur sur la lan- » gue, par leur attouchement avec le zinc,

» persuadé qu'ils seraient propres aussi à former
» avec lui des appareils galvaniques. Je ne tar-
» dai pas à m'appercevoir d'une réciprocité d'ef-
» fets entre ces corps conducteurs et ceux qui
» développent la saveur.

» Mes recherches me firent étendre la classe
» des corps conducteurs, et je vis qu'il fallait
» joindre au charbon quelques pyrites ou sul-
» fures de fer, le carbure de fer ou la plomba-
» gine, et même un schiste noir ou cette espèce
» de crayon noir dont se servent les charpen-
» tiers. Ayant fait l'essai de quelques-unes de
» ces substances avec le zinc, pour en former
» une batterie, ayant même essayé entre eux
» différens métaux autres que le zinc; les ayant
» combinés avec les fossiles dont je viens de
» parler, et en ayant obtenu le succès que j'a-
» vais lieu d'en attendre; je suspendis ces sortes
» de recherches, de quelqu'intérêt qu'elles me
» parussent, pour m'occuper d'une autre plus
» importante, celle de former un appareil sans
» *le secours d'aucun métal.*

» Après beaucoup de tentatives infructueuses
» et de soins minutieux, je suis enfin parvenu
» à construire, avec le charbon et le schiste,
» dont je viens de parler, une pile de quarante
» étages, qui donne une saveur vive et piquante,

» accompagnée de l'éclair, et produit enfin la » décomposition de l'eau; le côté du charbon » dégageant le gaz hydrogène : cette dernière » circonstance écarte tout soupçon de l'in- » fluence des métaux, et même celle du fer qui » pourrait se rencontrer dans le schiste; car s'il » y en avait, ce serait le côté du schiste qui » devrait dégager le gaz hydrogène, ainsi que le » dégage le côté du fer, dans les batteries que » j'ai formées avec le charbon et le fer. »

§. II.

Pile sèche de Hachette et Désormes.

Ces deux savans physiciens ont fait de nombreuses recherches pour trouver le point le plus important, je veux dire une substance qui pût faire l'office des rondelles humides, sans éprouver, de la part des métaux, la même action qui décompose les liquides dont on a jusqu'ici imbibé les rondelles de carton ou de drap.

Après beaucoup d'autres essais, ils ont délayé de l'amidon dans une dissolution saline bien concentrée, et en assez grande quantité pour en former des rondelles solides, qu'ils ont rendu sèches. Ils leur ont donné les mêmes dimensions

qu'aux disques de métal, dont ils ont formé leur appareil, qu'ils ont monté à la manière accoutumée, en séparant les couples cuivre et zinc par des rondelles de cette composition; ils en ont obtenu des effets galvaniques. Il est à présumer qu'ils étaient bien faibles, de peu de durée, et qu'ils doivent être attribués à l'hygrométricité de ces rondelles, auquel cas cet appareil ne nous avance en rien.

§. III.

Divers appareils galvaniques de Humpry-Davy.

En s'occupant des effets chimiques de l'Electromoteur de Volta, M. Humpry-Davy avait trouvé que des disques d'or et d'argent, métaux qui diffèrent très-peu dans leur faculté conductrice de l'électricité, produisaient l'action galvanique, lorsqu'on les mettait en contact selon la disposition ordinaire, avec des étoffes moullées d'acide nitreux étendu, et que des disques d'argent et de cuivre montraient encore plus d'énergie avec le nitrate de mercure; il vit, en généralisant ce fait, que les séries de disques métalliques, incapables d'agir comme combinaison galvanique, par l'interposition d'un li-

quide aqueux, acquérait cette faculté lorsqu'on mettait leurs surfaces en contact alternatif, avec des acides ou d'autres fluides capables d'oxider seulement l'un des métaux qui formaient la série.

Ces faits portèrent M. Davy à supposer que la condition de l'alternance des deux substances métalliques avec des fluides, n'était essentielle à l'accumulation de l'influence galvanique, qu'en tant qu'elle fournissait des surfaces conductrices dont les degrés d'oxidabilité étaient différens; et que cette influence se manifesterait également, si des disques d'un seul métal se trouvaient en communication par l'intermède de différens fluides, de manière qu'il n'y eût que l'une de leur surface qui fût exposée à l'oxidation, l'arrangement étant d'ailleurs uniforme. Il fit, d'après cette supposition, un très-grand nombre d'expériences, sur divers arrangemens de tel ou tel métal avec des fluides, et il en vint à établir que plusieurs de ces dispositions faisaient naître l'influence galvanique non-seulement par l'oxidation, mais encore lorsqu'une action chimique, de nature différente, avait lieu sur quelque portion du même métal. Voici trois sortes de combinaisons avec lesquelles il obtint des effets galvaniques, par des appareils *d'un seul métal.*

Première combinaison.

Cette première combinaison renferme les appareils dans lesquels des disques, ou arcs métalliques simples, sont disposés; de manière que leurs deux surfaces ou extrémités opposées soient en contact avec des fluides différens, l'un capable et l'autre incapable d'oxider le métal.

Si de telles séries sont nombreuses et l'alternation bien régulière, on verra paraître une influence galvanique analogue, dans tous ses effets, à celle que développe la pile ordinaire. L'étain, le zinc et quelques autres métaux facilement oxidables, agissent très-puissamment dans ces sortes de combinaisons.

On peut former une batterie galvanique faible, mais capable d'agir sur les sens et de décomposer l'eau, en disposant des disques d'étain poli, d'un pouce carré de surface, et d'un vingtième de pouce d'épaisseur; de manière que l'une des surfaces soit en contact avec des morceaux d'étoffe de même dimension, impregnés l'un d'eau pure, les autres d'acide nitreux étendu ou dans des solutions salines capables d'oxider le métal. On les place dans l'ordre suivant: *étain*, *acide* ou *solution saline*, *eau*; *étain*, *acide*, etc. jusqu'à vingt assortimens. Le fil conducteur qui

communique à la surface en état d'oxidation, dégage de l'hydrogène; et celui qui touche à la surface non-oxidée (s'il est d'argent) dépose l'oxide.

Lorsqu'on se sert de zinc, comme ce métal s'oxide très-promptement dans l'eau, il faut employer trois morceaux d'étoffe. On imprègne le premier d'une faible solution de sulfure de potasse, laquelle n'a aucune action sur le zinc, et l'empêche d'agir sur l'eau. On mouille le second d'une solution de sulfate de potasse, dont la pesanteur spécifique est plus grande que celle de sulfure. Enfin, on trempe le troisième dans un liquide oxidant, plus pesant que l'une ou l'autre de ces solutions. Si, dans ce cas, on dispose ces agens dans l'ordre suivant: zinc, liquide oxidant, rondelle imbibée d'une solution de sulfate de potasse, autre rondelle imbibée de celle du sulfure de potasse; ou n'aura que peu ou point de mélange entre ces liquides, ni d'action chimique entre eux: et une série de douze de ces assortimens, forme une batterie qui produit déjà des effets sensibles.

Deuxième combinaison.

On forme une seconde classe de combinaisons plus actives avec un métal, en l'exposant

d'une part à l'action de l'eau, de l'autre à celle du sulfure de potasse en liqueur. Lorsque dans une telle disposition, les alternations sont régulières, et que le nombre des assortimens est suffisant, l'influence galvanique se manifeste, et l'eau mise dans le circuit des fils d'argent est décomposée. L'oxide se dépose sur l'extrémité du fil en contact avec le côté du métal qui éprouve l'action chimique, tandis que l'hydrogène se dégage du côté en contact avec l'eau.

L'argent, le cuivre et le plomb sont chacun capables de former cette combinaison. On peut arranger des disques de ces métaux, avec des morceaux d'étoffe humectés, les uns d'eau, les autres de solutions de sulfure de potasse, dans l'ordre suivant : *métal*, *sulfure*, *eau*. Huit assortimens pareils produisent des effets sensibles, et le fil venant du haut de la pile donnera de l'oxide. Le cuivre est plus actif dans cette classe d'appareils, que ne l'est l'argent, et celui-ci l'est plus que le plomb.

Troisième combinaison.

La troisième classe des batteries galvaniques à un seul métal, et qui est la plus énergique, se forme en disposant le disque métallique de manière que les faces opposées, ou bien les extré-

mités de chaque arc métallique, soient en contact, d'une part avec un liquide oxidant, de l'autre avec un sulfure de potasse; en sorte que ses faces soient exposées à des actions chimiques diverses, avec des alternations régulières. On peut employer dans cette classe d'appareils, les mêmes métaux qui agissent dans la seconde, et l'ordre est le même dans leur action.

On peut former la pile comme celle de la première classe avec le zinc, en séparant le morceau d'étoffe humecté d'acide nitreux étendu, et celui impregné de solution de sulfure, par un troisième trempé dans une solution de sulfate de potasse.

Trois assortimens de cuivre ou d'argent ainsi disposés, produisent déjà des effets sensibles; douze ou treize donnent de faibles commotions et font dégager avec rapidité le gaz et l'oxide dans l'appareil à décomposer l'eau. On a l'hydrogène du côté oxidant; et celui qui est au contact avec le sulfure dépose de l'oxide, si le fil conducteur est d'argent, ou produit de l'oxigène, si ce fil est d'or.

Mais dans toutes les piles galvaniques d'un seul métal alternant avec des étoffes mouillées, l'action est très-passagère. La décomposition des acides et des sulfures est en général terminée

en peu de minutes, et l'influence galvanique cesse en même tems. M. Davy, d'après des idées suggérées par le comte de Rumfort, a construit un appareil qui donne à ces effets une permanence considérable.

Electromoteur chimique d'Humphry-Davy.

Description. Il fit préparer, comme pour la cuve galvanique de Cruikshank (*fig.* 74), trois pièces de mahogani de 18 pouces de long sur deux de côté, dans lesquelles on pratique des entailles pour recevoir les disques ou plaques carrées qui devaient former l'appareil. La moitié de ces plaques doit être en verre ou corne, et l'autre moitié de métal. Ces plaques sont logées et cimentées alternativement dans les entailles, de façon à former des cellules dont les parrois sont de verre ou corne d'un côté, et de métal de l'autre; ces cellules doivent contenir avec sûreté le liquide dont on veut les remplir.

Usage de cet appareil. Lorsqu'on veut mettre l'appareil en action, on remplit alternativement les cellules, dans l'ordre galvanique, de solution qui varient selon la classe des combinaisons qu'on veut produire. On les met réciproquement en communication avec de petites bandes de drap humecté, passant par-dessus le parroi iso-

lant et plongeant de part et d'autre dans deux cellules contigues.

Effets. Une combinaison de cinquante plaques de cuivre ainsi disposées, avec des solutions étendues d'acide nitreux ou de nitrate d'ammoniaque, d'un côté de la plaque métallique et de sulfure de potasse de l'autre, donne des commotions fortes, décompose l'eau rapidement, et agit sur le condensateur d'électricité. Elle conserve pendant plusieurs heures la faculté de produire les phénomènes galvaniques; et quand elle la perd, on la renouvelle facilement en ajoutant de petites quantités de solutions concentrées, des agens chimiques qu'on emploie, à ces mêmes solutions délayées qui sont dans les cellules.

D'après deux expériences faites sur des plaques de cuivre et sur des plaques d'argent, il paraîtrait que les batteries galvaniques d'un seul métal agissent également bien, quand les métaux employés renferment un peu d'alliage ou quand ils sont absolument purs.

§. IV^e.

Appareil à Barrils du docteur Hauff.

Description. B F G etc. (*fig.* 86), sont autant de petits barrils de verre percés d'un seul trou

sur le milieu de leur longueur et foncés de deux plaques, l'une de cuivre *c* et l'autre de zinc *z*. *C A*, est une boîte ayant plusieurs canelures dans l'épaisseur des côtés, *A* et *C*, pour y loger les extrémités des tubes de verre de même longueur *t t t*.

Usage de l'Appareil. Quand on veut mettre cet appareil en état de fonctionner, on commence par remplir ces petits barrils de la solution dont on humecte les rondelles. On dispose les tubes de verre dans les canelures de la boîte destinées à les loger; et sur ces tubes, on établit les petits barrils à la suite l'un de l'autre, et de manière que le fond *c* de l'un touche au fond *z* de celui qui le suit immédiatement. Quand la première ligne est remplie, on établit une communication entre le fond *z* du barril qui termine cette première série, avec le fond *c* du barril qui commence la seconde, et dans un sens opposé à celui de la première. Tous les barrils ainsi placés, l'appareil est prêt à fonctionner.

Effets. Ils sont absolument les mêmes que ceux que l'on obtient par les Electromoteurs à colonne, puisque ce sont les mêmes élémens. Mais ici, le liquide étant renfermé et parfaitement à l'abri de l'évaporation, l'instrument est

monté pour long-tems, et beaucoup plus commode sans doute que l'appareil ordinaire, pour celui qui ne voudrait s'en servir que pour des expériences de très-courte durée et souvent interrompues; il retrouverait pendant très-long-tems un appareil prêt à fonctionner.

C'est-là ce qui en avait fait concevoir à son auteur une idée plus favorable qu'il ne mérite. S'étant contenté d'éprouver son action, en touchant aux fonds opposés des deux barrils extrêmes, il avait, pendant plus d'un mois, obtenu les effets ordinaires, sans remarquer d'oxidation dans les plaques, ni de diminution dans l'intensité de ses effets; et il en avait conclu, un peu trop précipitamment, que cet appareil avait la *permanence* tant souhaité. Mais les commissaires de l'Institut, chargés de l'examiner, ayant établi une communication métallique entre les fonds opposés des deux barrils extrêmes, 7 à 8 heures d'un courant continuel suffirent pour oxider très-fortement les fonds métalliques, et pour diminuer, dans les mêmes proportions, l'effet ordinaire.

Cet appareil est donc encore plus incommode que les autres, pour ceux qui auraient à s'en servir pendant long-tems : car il aura besoin d'être nettoyé encore plus souvent, et sa struc-

ture rend cette opération beaucoup plus embarrassante.

§. V^e.

Appareil d'Allizeau.

Description. Autour d'un disque de cuivre, on soude un cercle de même métal, d'un centimètre de hauteur, et qui forme avec le disque de cuivre un double godet, dont on voit la coupe *d g* (*fig.* 87), plus profond d'un côté que de l'autre, de toute l'épaisseur d'un des disques de zinc que l'on se propose d'employer. Dans cette même capacité, on loge le disque zinc, et dès-lors le double godet présente deux capacités égales et adossées, ayant l'une un fond de zinc, l'autre un fond de cuivre *g m*.

r f, est un cercle de faïence, d'un centimètre de hauteur, et d'un diamètre tel, que ce cercle puisse être placé dans une des capacités du double godet *g m*.

On mastique un de ces cercles de faïence dans une des capacités de ce double godet, dont la profondeur est augmentée de ce côté; ce qui forme alors une pièce complète et prête à employer *p p*. Mais, pour monter inversement les deux colonnes qui doivent former l'appareil, il faut avoir soin, quand on veut mastiquer ces

cercles, de faire deux parts égales du nombre des couples que l'on veut employer, et de mastiquer le cercle de faïence *r f*, sur le disque cuivre dans une portion, et sur le disque zinc dans l'autre : de sorte que, si l'appareil doit avoir cent couples, l'on aura cinquante doubles godets dont la capacité, formée par le cercle de faïence, aura un fond de cuivre, et cinquante dont la même capacité aura un fond de zinc. Nous appellerons cette moitié série *z*, et l'autre série *c*.

Sur un socle *B* (*fig.* 88); on établit une plaque de métal, formant un parallèlogramme, dont les dimensions sont analogues à celles des disques qui doivent former les godets. De chaque coin et du milieu de ce parallèlogramme s'élèvent cinq tiges de cristal qui sont reçues et fixées, par leur autre extrémité, dans le chapiteau de l'appareil. Ces cinq tiges forment les pointes des deux triangles égaux, opposées par leur sommet, et chacun de ces triangles doit recevoir une colonne.

Pour former les deux extrémités de chaque colonne, il faut avoir quatre autres pièces d'une construction différente. Celles qui doivent en faire la base ne doivent avoir que la capacité formée par le cercle de faïence, et le disque

de métal opposé à cette capacité doit pouvoir porter en entier sur la plaque de métal incrustée dans le socle *B*. Ce disque est nécessairement de zinc pour la série *c*, et de cuivre pour la série *z*. Quand aux deux pièces qui doivent former le sommet de chaque colonne, elles ne doivent avoir que la petite capacité inférieure des couples de leur série respective, et présenter à découvert toute la surface du disque opposé à cette capacité. Ainsi cette pièce, pour la série *c*, n'aura que la petite capacité dont le disque *z* fait le fond : ce sera l'inverse pour la pièce qui doit terminer la série *z*.

Préparation. Quand on veut monter l'appareil, on remplit de muriate de soude en cristaux (gros sel de cuisine), la grande capacité de chacune des pièces *p p*. On tasse ce sel de manière qu'il dépasse un peu les bords du cercle de faïence, afin que ce soit toujours le sel qui porte la pièce que l'on doit superposer, et que le disque inférieur de cette pièce ne cesse jamais d'être en contact avec lui. Cette précaution est de rigueur, car, si on la négligeait, il pourrait arriver que le dessèchement faisant diminuer le volume du sel contenu dans un des godets, au point de déprimer sa surface au-dessous du niveau du cercle de faïence, le disque

que superposé, étant retenu par ce même cercle, ne pourrait suivre le sel dans son affaissement, et dès-lors le contact cesserait; ce qui entraînerait nécessairement la suspension de l'effet.

Après avoir ainsi rempli de sel chaque godet de faïence, on l'humecte en y versant quelques gouttes d'eau, par le moyen d'un syphon, et la pièce est alors prête à empiler.

Toutes les pièces étant en cet état, on place sur la plaque de métal incrustée dans le socle, et entre les trois tiges de verre qui sont à gauche, la pièce qui doit faire la base de la série que l'on se propose de monter d'abord, de la série *c*, par exemple; auquel cas, c'est un disque zinc qui repose immédiatement sur la plaque incrustée. On recouvre le sel dont cette pièce est remplie par la petite capacité d'une autre pièce de cette série, de sorte que la surface de ce sel est pressée par un disque de zinc; on continue ainsi à placer, l'un sur l'autre, de la même manière, tous les godets de la même série; et sur le dernier, on place la pièce qui n'a que la petite capacité inférieure, et qui, dans celle dont il s'agit ici, ne doit présenter en-dessus qu'une surface *cuivre*.

On monte de même manière l'autre colonne série *z*, en plaçant dans l'autre triangle, immé-

diatement sur la plaque incrustée, la pièce destinée à former la base de cette série, et qui doit, dans celle-ci, présenter le disque cuivre à la plaque. La pièce qui doit terminer cette colonne présentera en dessus une surface *zinc*.

Sur chaque pièce supérieure de l'une et l'autre colonne, on abaisse les tiges de pression *tc*, *t z*, qui, par une pièce coudée tenant à leur base, viennent présenter très-commodément à l'expérimentateur, les deux pôles opposés de l'appareil, par les boutons *N* et *P*(*Appareil monté*, *fig.* 89).

Tel est l'appareil inventé par Allizeau. Voici les effets qu'en ont obtenus les commissaires de l'Institut national, chargés d'en constater les avantages.

Effets. « Nous avons soumis à l'épreuve, dit le rapporteur, cet appareil composé de 40 couples ou étages. Nous l'avons mis en comparaison avec une autre pile composée de 40 couples semblables, et à-peu-près de même diamètre, montés à la manière ordinaire, avec des rondelles de drap, imbibées d'une dissolution saturée de muriate de soude.

» L'effet comparé, de l'une et de l'autre pile, était sensiblement égal au premier moment. Nous n'avons fait cette comparaison qu'au moyen du tact et par l'observation des sensations comparées et répétées par plusieurs per-

sonnes; les effets que démontrent les sensations étant ici assez forts pour donner au moins des indications très-évidentes. L'épreuve a été commencée le 19 germinal; le lendemain 20, l'effet de la pile ordinaire était déjà très-faible, et celui de la pile nouvelle avait conservé toute son intensité. Le 22, la pile ordinaire ne produisait plus d'effet sensible, et celle du cit. Allizeau n'avait pas faibli sensiblement. Le 26, l'effet paraissait plus faible qu'au commencement. Quand, au moyen d'un syphon, on eut, sans démonter la pile, réparé l'humidité évaporée, l'effet reprit sensiblement sa première intensité. Enfin l'attention de réintroduire, à divers intervalles, l'eau qui s'évaporait plus ou moins promptement, selon l'état de la température, a suffi pour entretenir la pile, sans une diminution sensible dans ses effets, jusqu'au 4 prairial. Alors, c'est-à-dire, au bout de cinquante-trois jours, elle produisait encore des effets peu différens, en intensité, de ceux qu'elle avait produits les premiers jours.

» Nous avons démonté la pile, pour examiner l'état des pièces qui la composaient; nous avons vu que les couples étaient seulement un peu noircies à leur surface du côté du zinc; du côté du cuivre, la circonférence près de l'an-

neau était couverte d'un cercle noir, qui ressemblait à un oxide de zinc revivifié, et le milieu portait quelques points d'oxide vert en petite quantité. La surface du sel portait une teinte verdâtre très-faible, et quelques portions qui ressemblaient à un oxide blanc. Le sel ayant été dissous dans l'eau, le mélange d'ammoniaque n'y a développé aucune couleur bleue.

» Il existait donc ici très-peu d'oxide; et l'on est fondé à croire qu'il y en aurait eu moins encore, si on eût eu l'attention de remplacer plus assidûment l'eau évaporée.

» Dans cette première épreuve, nous avions laissé la pile libre, et sans établir, de la base à son sommet, d'autre communication que celle que nous formions momentanément nous-même, en faisant l'épreuve de l'état électrique. Nous avons remonté l'appareil le 6 prairial, en établissant une communication du sommet à la base, au moyen d'un fil métallique. Le 8, la communication étant enlevée, l'effet avait faibli sensiblement, mais il reprenait de l'intensité au bout de quelques instans. La communication fut rétablie, et le 11 prairial elle fut interrompue de nouveau; il n'y avait encore aucune trace d'oxide: mais comme la température avait été très-chaude et l'évaporation considérable, on

réintroduisit de l'eau dans les intervalles de tous les étages, et l'intensité électrique, très-faible d'abord, s'est bientôt élevée sensiblement à un très-haut degré. En général, on a constamment observé qu'au moment où l'on rompait la communication, l'état électrique était insensible, ou se manifestait très-faiblement; mais il est constant aussi, qu'au bout d'un tems plus ou moins considérable, la pile reprend à-peu-près son intensité primitive, telle qu'on l'a observée dans la pile libre.

» Enfin, la pile a été démontée, le 22 prairial, seize jours après avoir été établie avec une communication soutenue, de son sommet à la base, et simplement interrompue pour le tems des épreuves. Alors, le sel étant dans un très-grand état de sécheresse, on a vu, en général, très-peu d'oxide. La face inférieure (ou le côté du cuivre) dans les 23 premiers étages, portait une couche noire, très-légère, d'oxide de zinc revivifié; et dans les 17 étages inférieurs, les mêmes surfaces portaient quelques points d'oxide vert, et point ou peu d'oxide noir. Le cuivre était rouge et brillant dans tous les points où il ne s'était point formé d'oxide; le sel ne présentait aucune coloration sensible.

» Quoique les expériences que nous venons de citer et que nous avons faites avec les appa-

reils du C. Allizeau, ne présentent pas tous les genres d'épreuves auxquels on aurait pu les soumettre, néanmoins elles suffisent pour démontrer que, dans cette construction, on obtient plusieurs effets remarquables;

1.° Peu d'oxidation, et par conséquent l'avantage d'exiger moins de peine pour l'entretien, le nettoyement et le rétablissement des pièces métalliques qui le composent.

2.° Une intensité électrique très-remarquable, puisque les quarante couples donnaient des commotions très-fortes et sensiblement égales à celles des piles montées à la manière ordinaire dans les mêmes proportions.

3.° Une permanence d'effets à peu près constante, puisque l'effet était sensiblement le même, à peu de chose près, au bout de *cinquante-trois jours*, tandis que dans la pile ordinaire qui lui a été comparée, l'effet était sensiblement nul, au bout du *troisième jour*.

4.° Une disposition aussi commode qu'aucune de celles qui ont été adoptées jusqu'à présent.

« Nous croyons donc, ajoute le rapporteur, que cet appareil est, sous les rapports que nous venons d'énoncer, le plus avantageux de ceux dont nous avons connaissance jusqu'à cette heure, et qu'il mérite l'approbation de la classe. »

Le cit. Allizeau fournit encore une pile, dont les couples zinc et cuivre sont soudées ensemble et fondues en forme de calotte. On remplit leur concavité de sel solide humecté d'eau; et, sur la surface de ce sel, on établit la partie convexe de la couple suivante. On conçoit que le contact est ainsi autant complet que l'on puisse le desirer, et que l'air extérieur n'a d'accès que sur les bords, dans les points sensiblement élevés au-dessus du niveau, de l'impression formée dans le sel de chaque étage, par la partie convexe de la calotte superposée.

Cette pile, comparée à l'autre, a sensiblement les mêmes avantages; on en répare l'humidité plus facilement encore, et sa construction est beaucoup moins coûteuse.

Nouvel Appareil d'Allizeau.

Ce jeune artiste, dont l'aptitude et le goût pour la construction de divers appareils, méritent d'être connus et encouragés, et qui, par son zèle et son génie inventif, peut devenir très-utile aux physiciens, a construit tout récemment un Electromoteur, qui réunit aux avantages que nous avons remarqués dans sa colonne à godets, tous ceux des appareils à larges plaques de Cruikshank et de Pepys. Quoiqu'il se propose d'y ajouter en-

core quelques perfectionnemens, je crois qu'il est utile de faire connaître celui que j'ai vu, et dont la construction me paraît la plus simple et la plus commode qu'on ait imaginée jusqu'à ce jour.

Description. *A L* (*fig.* 91), est un auge en bois dont les pièces, et surtout les extrémités, sont fortement liées ensemble. Dans l'épaisseur de chacun des côtés et à la surface intérieure est incrustée une baguette de cristal *b c*, qui n'est saillante, sur cette surface, que de la moitié de son diamètre; une baguette semblable est placée à chaque angle droit formé par ces mêmes côtés et la base de l'auge. L'extrémité *L* est munie d'une forte vis de pression *V*.

N P (*fig.* 92), sont deux morceaux de bois, taillés dans les dimensions de l'intérieur de l'auge, et recouverts d'une lame de métal, sur deux pans de leur surface *a b*.

C C (*fig.* 93), sont des morceaux de cuir d'une forte épaisseur, formant une double équerre, et dont les branches n'ont que la largeur et la profondeur de l'auge prise en dedans.

Usage. Pour monter cet appareil, on a un nombre convenable de plaques carrées, *cuivre* et *zinc*, soudées ensemble, et dans les dimensions sur lesquelles l'auge a été construite; on a de plus une certaine quantité de muriate de

soude sec et en cristaux (gros sel de cuisine).

On commence par placer, au fond de l'auge du côté *A*, la pièce de bois *N*, de manière qu'une de ses surfaces métalliques *a*, soit en dessus, et l'autre *b* regarde l'intérieur de l'auge. On applique sur cette surface *b*, une double plaque par son côté *cuivre*, et sur le côté zinc de cette même couple, on place une des pièces de cuir *C C*, de manière que son ouverture soit en haut; puis une autre double plaque, et encore une pièce de cuir; ainsi de suite, ayant soin de mettre les plaques toujours dans le même sens. Quand elles sont toutes employées, on place immédiatement contre la dernière, la pièce de bois *P* (*fig.* 92), de manière qu'une de ses surfaces métalliques *b*, soit en contact avec le côté zinc de la plaque, tandis que l'autre est en dessus. On avance, contre cette pièce, la vis de pression *V*, pour maintenir le tout en situation, et l'on remplit de muriate de soude, toutes les cellules formées entre chaque couple métallique, par les pièces de cuir. On tasse le sel, dans ces cellules, avec un morceau de bois propre à cet usage, et l'on presse le tout fortement par la vis *V*, afin de multiplier les points de contact. Il n'y a plus qu'à humecter le sel; ce qui se fait très-commodément par le moyen d'une pipète *p v* (*fig.* 94), dont tout le monde connaît l'usage.

L'appareil est alors tout prêt à fonctionner, tel qu'on le voit (*fig.* 95); et pour en obtenir les effets, il n'y a qu'à établir la communication entre les pièces métalliques *N P*.

Effets et avantages de cet appareil. Ses effets sont les mêmes que ceux des appareils à larges plaques; mais ses avantages, sur tous les autres, sont très-marqués. Sans parler de ceux qui lui sont communs avec l'appareil à colonne du même artiste, on voit d'abord qu'il est beaucoup plus commode pour les préparations; 2.° toutes les pièces peuvent être facilement isolées, ce qui est très important pour une foule d'expériences de recherches; 3.° l'appareil est monté pour très-long-tems, et si l'humide qui sépare les couples métalliques, s'évapore, on y remédie bien plus aisément, et sur-tout plus promptement que dans tout autre appareil; 4.° l'humidité qui s'échappe de la substance qui sépare les couples, s'égoûte facilement et ne ruissèle pas sur les côtés, comme dans les appareils à colonne; 5.° enfin, aucun appareil ne présente une aussi grande commodité, pour placer des électromètres, ou tout autre objet, sur les extrémités de l'appareil, comme le font, dans celui-ci, les deux pièces *N P*.

SECTION CINQUIÈME.

DES GALVANOMÈTRES.

Il ne suffit pas, dans les sciences physiques, d'avoir obtenu des effets, il faut encore se mettre en état de les apprécier, de les rendre comparables; et pour cela, il faut construire des instrumens propres à graduer leur intensité, et à nous les montrer dans les différens points de cette graduation. Les physiciens ne s'occupèrent pas long-tems de Galvanisme, sans éprouver le besoin des Galvanomètres, et sans chercher à s'en procurer : mais les effets galvaniques sont si compliqués, que toutes les tentatives faites jusqu'à ce jour, pour en donner une mesure exacte, sont encore loin du but. C'est pour cette raison là même qu'il me paraît convenable de les décrire ici, afin que les expérimentateurs ne perdent pas le tems à faire moins que ce qui est déjà trouvé, et qu'il leur soit plus facile de suppléer à l'insuffisance des moyens proposés, en y faisant les additions et changemens que leur génie pourra leur suggérer.

Je ne connais que trois moyens employés jus-

qu'ici pour apprécier les effets galvaniques. Le premier et le plus fréquemment mis en usage, est celui des commotions et de la saveur; le second est fondé sur l'action, à distance, des extrémités de l'Electromoteur sur les corps légers; et le troisième, sur les effets résultans de la décomposition de l'eau.

Il est aisé de voir que les commotions et la saveur ne peuvent donner qu'un premier et très-léger apperçu de la différence que présentent deux appareils fonctionnant à-la-fois; mais ce moyen ne peut rien dire de positif, dans toute autre circonstance, ni pour tout autre objet; puisqu'il est fondé sur des sensations fugitives qui ne sont comparables qu'à l'instant même, et qui, d'ailleurs, n'ont rien d'absolu, étant toujours relatives à la sensibilité individuelle.

Les deux autres moyens ont donné lieu à la construction de divers appareils, que je décrirai dans deux articles séparés.

ARTICLE PREMIER.

Des Galvanomètres, fondés sur l'action des extrémités d'un Electromoteur sur les corps légers.

Les phénomènes d'attraction et de répulsion, que l'on avait obtenus par l'Electromoteur de Volta, présentèrent, à Erman et à Pepys, un moyen d'apprécier l'intensité de son action. Ces savans physiciens construisirent, l'un à Berlin, l'autre à Londres, deux appareils qui peuvent être très utiles, et dont le premier sur-tout a déjà fourni, à son inventeur, des observations du plus grand intérêt.

§. I.^er

Appareils et Expériences Galvanoscopiques d'Erman.

« Pour connaître le mécanisme de la pile, dit le célèbre professeur de Berlin, et pour en suivre pas-à pas tous les phénomènes, il était essentiel de découvrir des procédés sûrs d'observations *Galvanoscopiques* et *Galvanométriques*. Ce besoin de la science fut bientôt senti, mais

non satisfait ; les premiers observateurs apperçurent à peine quelques vestiges de divergence dans les balles de l'électromètre : la balance de torsion, le condensateur, le duplicateur même furent mis en usage, pour saisir ces signes fugitifs mal prononcés, et par-là même beaucoup trop équivoques pour donner la théorie des phénomènes. »

C'est donc pour avoir de ces effets une mesure plus exacte, que M. Erman entreprit la série d'expériences que nous allons décrire, avec les appareils qui leur sont nécessaires.

Premier Appareil.

Description. *R C* (*fig.* 90), est une règle de cuivre, au milieu de laquelle est adaptée une tige de verre *I*, pour placer ou déplacer la règle *R C* sans la toucher immédiatement. L'appareil d'Allizeau (*fig.* 89), est le plus commode que l'on puisse employer pour répéter les expériences d'Erman : il n'y a qu'à tourner les tiges horisontales *Nc*, *Pz*, de manière que leur bouton *N P* vienne vers l'expérimentateur. On aura, par ce moyen, ce que demande Erman : « Les deux pôles de l'appareil se trouveront au même niveau, et parallèlement placés sous les yeux de

l'observateur, qui, pour établir ou interrompre la communication de l'un à l'autre, n'aura qu'à poser la pièce *R C* sur les tiges *N P*, ou bien à l'enlever par son manche isolant *I*.

Second Appareil.

Description. TC (*fig.* 96), sont deux tiges de verre fixées sur un pied, et garnies à leur sommet, d'une petite pince arrondie. Dans ces pinces, on établit à frottement deux petits conducteurs de métal *n p* dont les pointes, très-mousses, peuvent être approchées ou éloignées à volonté l'une de l'autre, en faisant glisser les conducteurs dans les pinces. Pour apprécier aisément les distances auxquelles on les place, on fait une graduation sur les conducteurs. *f a* est un fil d'argent extrêmement délié et très-mobile, en raison de sa longueur de deux pieds, et par le genre de sa suspension. Il soutient une balle d'électroscope *a*, entre les extrémités *s s* des petits conducteurs. Ce fil d'argent est suspendu à une tige de métal, isolée et renfermée dans un tuyau adapté à une cage de verre *C V*, sous laquelle on a placé les petits conducteurs, afin de garantir des mouvemens fortuits que les ondulations de l'air pourraient imprimer au corps électroscopique.

Expérience 1re.

Préparation. L'appareil qui vient d'être décrit, étant placé auprès de l'Electromoteur à double colonne (*fig.* 89), on place sur les traverses horisontales *N P*, la règle de communication *R C*. Cette règle formant ainsi le cercle galvanique, on met le pôle positif de l'Electromoteur, en communication avec le conducteur *p* de l'appareil n.° 2, dont la balle *a* doit se trouver suspendue à trois-quarts de ligne de distance de l'extrémité *s* de ce conducteur.

Effets. Quand on enlève, par sa tige isolante, la règle *R C*, qui unissait les deux pôles de l'Eletromoteur, on voit bientôt la balle électroscopique venir s'appliquer à l'extrémité du conducteur, qui communique à la batterie galvanique. La constance de cet effet, l'accélération du mouvement, par lequel la balle se portait vers le conducteur, son adhérence permanente et telle que d'assez fortes secousses données à l'appareil, ne lui faisaient point lâcher prise, prouvent, dit Erman, que le pôle de la pile mis en expérience, exerçait, dans l'état où il se trouvoit alors, une faible attraction électrique, dont il a trouvé que le maximum était de trois-quarts de ligne, jusqu'à une ligne de distance.

Expérience

Expérience 2^me.

Préparation. Après avoir formé, de nouveau, le cercle galvanique, en plaçant *R C* sur les traverses horisontales de l'Electromoteur, éloignez de la balle électroscopique *a*, le conducteur *p*, que vous avez laissé en communication avec le pôle positif, et après avoir mis ce conducteur à une distance de 3 à 4 lignes de la balle, enlevez par son manche isolant, la tige de communication *R C*.

Effet. La balle électroscopique n'est pas attirée; elle ne le sera, dans cet état des choses, qu'autant que la distance de la balle au conducteur *p*, ne sera que de trois-quarts de ligne à-peu-près.

Expérience 3^me.

Préparation. Le conducteur *p* étant à trois ou quatre lignes de distance de la balle, et par conséquent incapable d'agir sur elle, comme le prouve l'expérience précédente, levez la tige de communication *C*, et touchez en même-tems le pôle opposé *N* de l'Electromoteur.

Effet. Aussitôt la balle électroscopique, franchissant d'un mouvement accéléré, l'espace qui la sépare du conducteur *p*, elle va s'appliquer sur

lui. La force d'action par ce conducteur, dont le *maximum* était de trois-quarts de ligne, dans l'expérience précédente, va jusqu'à près de 4 lignes, quand le pôle négatif de l'Elelectromoteur est en communication ave le sol.

Expérience 4^me^.

Préparation. Répétez les deux expériences précédentes, en faisant les préparations inversement, c'est-à-dire, en faisant communiquer le conducteur *p*, avec le côté *N* de l'Electromoteur, pour la première; et en touchant le pôle opposé pour la seconde.

Effets. L'effet sera le même, et l'action de l'Electromoteur ne s'étendra que jusqu'à trois-quarts de ligne dans la première, et jusqu'à environ 4 lignes dans la seconde. S'il y a quelque légère différence entre les deux forces, elle sera en faveur de celle qui vient de la communication du conducteur *p*, avec le côté positif de l'Electromoteur; celui-ci agit toujours à des distances un peu plus considérables.

Expérience 5^me^.

Préparation. Disposez les conducteurs *p n*, de manière que la balle électroscopique soit suspendue entre les deux pointes, à une distance

telle qu'elle n'excède pas le maximum obtenu par l'expérience 2.^e, c'est-à-dire, trois-quarts de ligne; formez le cercle galvanique, en plaçant *R C* sur les tiges *N P*, et faites communiquer chacun des conducteurs *p n*, avec un pôle opposé de l'Electromoteur.

Effet. Quand on enlève la tige de communication, par son manche isolant, la balle électroscopique semble quelque tems incertaine et comme en équilibre entre des attractions opposées; mais le côté qui communique avec *p*, finit par l'emporter, et c'est au conducteur qu'elle va s'appliquer.

Expérience 6^me.

Préparation. Éloignez les deux petits conducteurs l'un de l'autre, de manière que la balle soit à près de 3 lignes de distance de chacune des pointes, et répétez l'expérience précédente.

Effets. L'enlèvement de la tige de communication, ne sera suivi d'aucun effet; la balle demeurera immobile entre les conducteurs.

Expérience 7^me.

Préparation. Replacez les choses comme pour l'expériencce précédente; mais en enlevant la

tige de communication, touchez aussitôt à l'un des boutons de l'Electromoteur.

Effets. La balle, qui était immobile à cette distance, dans l'expérience 6.e, volera cette fois au pôle opposé à celui que l'on touche, en faisant cesser le circuit; et si l'on touche le côté opposé, la balle le quittera aussitôt, pour se porter à celui que l'on touchait auparavant : et par ce moyen, on peut la faire osciller sans cesse entre les deux conducteurs.

Expérience 8me.

Préparation. Suspendez la balle électroscopique *a*, par un fil isolant, au lieu de la suspendre par un fil métallique; et répétez l'expérience précédente.

Effets. Vous aurez les effets d'attraction et de répulsion qu'éprouvent les corps légers, par leur voisinage avec un corps électrique. La balle, au lieu de s'appliquer à la pointe du conducteur, comme dans les expériences précédentes, s'y jette d'abord; mais aussitôt après le contact, elle sera repoussée, et n'y reviendra, qu'autant qu'elle aura touché à un corps déférent. On voit que la petite balle se trouve alors dans les mêmes circonstances que le timbre mobile du carillon électrique, et l'effet estabsolument le même.

Telles sont les expériences préliminaires qui, faisant connaître à Erman les lois des attractions galvanoscopiques dans les cas simples, lui ont fait juger qu'il pouvait appliquer l'électromètre à la pile, sans rencontrer les anomalies qui, dit-il, l'avaient rebuté avant qu'il ne connût les rapports d'opposition, que le plus léger contact établit entre les deux pôles, et avant qu'il eût découvert à quel point l'isolement le plus parfait est essentiel, pour obtenir de l'Electromoteur un langage significatif.

Expériences Electroscopiques.

N.º I.

Sous l'un des boutons de l'Electromoteur (*fig.* 89), vissez un électromètre très-sensible, l'appareil étant dans un parfait isolement.

Effets. La divergence des feuilles d'or ou des paillettes sera lente à s'établir; mais elle s'établira enfin jusqu'à un degré fixe d'écartement, dans lequel elle se soutiendra constamment. Cette divergence se fait par une électricité positive, quand l'électromètre est vissé sous le bouton de *Z P*; et négative, quand c'est sous le bouton de *C N*.

N.° II.

Tout étant disposé, comme pour l'expérience précédente, l'Electromoteur étant vissé sous le bouton de *Z P*, et parvenu à son maximum de divergence, touchez le bouton *N*, ou bien faites communiquer ce bouton au réservoir commun par une tige métallique.

Effets. La divergence des pailles de l'électromètre augmentera instantanément d'une quantité très-sensible, et qui serait la même, si l'Electromètre étant vissé sous le bouton *N*, on touchait le bouton *P*. Parvenu à son maximum de divergence, il y demeurera constamment, tant que le bouton opposé demeurera lui-même en communication avec le sol : dût cet état des choses, durer des jours entiers, on n'apperçoit pas le moindre changement dans l'indication de l'instrument.

N.° III.

Après avoir porté la divergence à son *maximum*, en établissant la communication du bouton opposé avec le sol, faites cesser subitement cette communication.

Effets. L'électromètre perdra insensiblement l'excédent de divergence que lui avait donné

cette communication établie; il reviendra, par degrés, au maximum qu'il avait acquis avant cette même communication, et s'y maintiendra.

OBSERVATIONS.

Les expériences de M. Erman ont été faites avec deux colonnes réunies, de cent couples chacune, argent et zinc : mais, ce célèbre professeur a cru devoir les stratifier ainsi, *argent*, *drap mouillé* et *zinc*. Ce qui change totalement les effets, et lui fait appeler pôle *négatif*, celui qui commence par *zinc*, tandis que nous le trouvons *positif*. Et voici comment il motive ce changement : « Avant d'aller plus loin, dit-il, » au commencement de son Mémoire, je dois » relever une erreur de nomenclature, à la- » quelle a donné lieu la formule indiquée par » Nicholson, pour stratifier la pile : il dit » qu'on la construit en prenant *argent*, *zinc* » et *drap mouillé*; puis, en conséquence, il » nomme le pôle inférieur de la pile ainsi » stratifié, *pôle de l'argent*, et le pôle supé- » rieur, *pôle du zinc*; parce qu'en effet, on » commence en bas, par une plaque d'argent, » et qu'on finit en haut, par une plaque de » zinc. Mais, comme il est bien démontré » que l'effet de la charge électrique se produit

» entre les faces des métaux, qui sont séparées
» par le drap mouillé, et non point aux faces
» qui se touchent immédiatement; il est évi-
» dent que la pièce d'argent, qui se trouve en
» bas, sous le zinc, et en contact immédiat
» avec lui, est absolument superflue, et ne
» produit pas plus d'effet que l'armure métal-
» lique ou les autres corps conducteurs que l'on
» viendrait y placer. »

Je ne sais, pour moi, où se trouve cette démonstration évidente: *que la charge électrique se produit entre les faces des métaux qui sont séparés par le drap mouillé.* Il me semble au contraire que toutes les expériences de Volta, montrent cette charge se produisant par la superposition immédiate des deux métaux hétérogènes; et que c'est cette charge, déjà produite, qui, se transmettant ensuite avec difficulté par le drap mouillé dans la plaque métallique supérieure, déjà un peu dépouillée par la superposition immédiate de l'autre métal, en augmente d'autant la charge de la seconde paire, et ainsi de suite. Les expériences 1, 2 et 3 (Sect. II, Art. 1.), dans lesquelles je visse, sur un Electromètre, un disque de cuivre, que je fais passer à l'état négatif, par la seule superposition d'un disque de zinc, me semble ne laisser au-

eun doute, que la charge du zinc se fait par son contact immédiat avec le cuivre. Je pense donc que M. Erman était lui-même dans l'erreur à ce sujet, et que, dans sa manière de stratifier *argent*, *drap mouillé* et *zinc*, le côté positif est en bas; parce que, argent et drap mouillé n'y étant pour rien, la pile commence par zinc, argent et drap mouillé. L'extrémité supérieure, par la même raison, sera négative, car drap mouillé et zinc, qui la terminent, n'en sont pas le véritable élément supérieur; mais bien le disque d'argent, qui forme la dernière paire métallique, se touchant immédiatement.

J'ai donc changé tous les effets dans les expériences que je viens de citer, parce que cette manière de stratifier les rend inverses; mais ces expériences nous donnent, comme on voit, les mêmes moyens d'apprécier l'intensité électrique d'une colonne, que ceux que nous employons pour mesurer celle d'une machine électrique ordinaire.

Les résultats auxquels le professeur de Berlin fut conduit par ces recherches, m'ont paru si importans, que je ne puis me défendre de les placer ici, quoiqu'ils n'appartiennent pas directement au plan de cet ouvrage. Je vais les donner tels qu'ils sont exposés dans la suite du Mé-

moire, d'où j'ai tiré les expériences précédentes. (*Journal de Physique, thermidor an 9.*)

« Tant que le cercle électrique demeure formé par la réunion des 2 pôles, il n'y a aucun effet électroscopique, même en mettant le pôle opposé à l'électromètre, en communication parfaite avec le sol; mais des phénomènes très-intéressans, et d'autant plus importans à saisir, qu'ils sont intimément liés aux effets chimiques produits par le Galvanisme dans l'appareil à gaz, se présentent quand on emploie, pour former le cercle électrique, certaines substances de nature différente. Les conducteurs parfaits, tels que les métaux, détruisent entièrement, par leur interposition de pôle à pôle, toute divergence des électromètres appliqués à la pile; mais si la substance de l'arc, ainsi interposé, n'est qu'imparfaitement conductrice, les mouvemens électroscopiques pourront continuer en partie, et subiront des modifications qu'il était difficile de prévoir avant l'expérience.

» Je tends, d'un pôle à l'autre de la pile, un cordon de chanvre bien humecté, et j'applique un électromètre à l'un des pôles : il se trouve que le conducteur imparfait, mis en expérience, a pris, dans le sens de sa longueur, de la polarité, c'est-à-dire, que sa portion voisine du pôle

positif participe à l'électricité du pôle. La partie voisine du pôle négatif est négative, et vers la partie moyenne du cordon, il y a un point d'indifférence; ce qui se prouve de la manière suivante :

» L'électromètre, appliqué à l'un des pôles, divergera fortement, jusqu'à prendre son maximum de divergence, si l'on touche la partie du cordon voisine du pôle opposé à l'électromètre; si l'on touche ensuite ce même cordon vers son autre extrémité, l'électromètre perd aussitôt sa divergence : et ainsi, l'on produit et détruit les divergences, en touchant le même corps seulement en des points différens. Il suit nécessairement de là, qu'il existe, dans la longueur du cordon, un point d'indifférence que l'on peut toucher sans faire varier l'état où se trouve l'électromètre dans le moment du contact; et l'expérience confirme ce résultat.

» J'ai reconnu cette même propriété de participer, à-la-fois, à la nature des deux pôles, selon le sens de la longueur, dans plusieurs autres substances, et notamment dans le nitrate d'argent (pierre infernale), où même je l'apperçus pour la première fois. Des recherches physiologiques antérieures, sur des muscles vivans galvanisés, m'avaient conduit à examiner

la faculté conductrice de cette substance saline. Je la plaçai donc sur l'armure de l'un de pôles, auquel était aussi appliqué l'électromètre; je conduisis ensuite un fil métallique, depuis la face supérieure du nitrate d'argent, jusqu'à l'autre pôle, pour former le cercle par l'intervention du nitrate; et je vis, avec surprise, qu'en touchant la partie supérieure de la masse saline, je faisais fortement diverger l'électromètre, tandis que le contact de la partie inférieure, posant sur l'armure, enlevait toute divergence. J'avais donc, dans une longueur de deux lignes environ, qui était l'épaisseur de mon bâton de nitrate, deux polarités opposées, avec un point d'indifférence; et je reconnus depuis, que cet effet tenait à la délinquescence de ce sel métallique, laquelle en avait couvert la surface d'une lame d'eau.

» Au reste, cette répartition des effets électriques n'est liée à aucun maximum de longueur du conducteur imparfait. Je l'ai observé parfaitement la même dans des cordons de chanvre, qui avaient depuis quelques lignes jusqu'à douze pieds de longueur. Je suis fortement tenté de croire que ce mécanisme de répartition du fluide électrique, dans les conducteurs imparfaits, concourt à expliquer la propriété, si para-

doxale, de la pile galvanique, d'offrir des pôles distincts, quoique composée en entier de substances conductrices. Il arriverait, au drap mouillé de chaque grouppe, la même répartition que nous voyons entre les deux pôles par l'intervention du conducteur imparfait, qui est réellement comme *isolant* à son point d'indifférence, et qui cependant, sous d'autres rapports, est parfaitement perméable au fluide électrique.

» Ce qui me détermine néanmoins à attendre sur ce point le résultat de mes expériences ultérieures, c'est d'abord, que des bandes de drap mouillé, tendues entre les deux pôles, ne m'ont pas offert ces phénomènes de répartition d'une manière aussi prononcée que le chanvre; et en second lieu, que la circonstance que les cordons de chanvre, imprégnés d'eau salée, n'ont pas la propriété de répartir l'électrisation dans le même degré où l'offrent ceux imprégnés d'eau pure. Or, on sait que la solution de muriate de soude renforce les effets galvaniques, lorsqu'on l'emploie au lieu d'eau pure, pour en en imprégner les conducteurs imparfaits des grouppes; néanmoins, cette différence pouvant tenir à d'autres causes, sur-tout chimiques, je n'abandonne point encore ce premier apperçu, très-intéressant pour la théorie.

» La diverse faculté conductrice des liquides offre aussi des phénomènes qui ne sont pas sans intérêt. Les huiles grasses opposent, au passage du fluide galvanique, une barrière absolument insurmontable. J'avais les deux pôles de mes piles, très-énergiques dans ce moment, par l'interposition d'un tube de verre rempli d'huile d'olives, dans laquelle plongeaient, de part et d'autre, d'eux fils d'argent venant des côtés opposés de la batterie ; les deux pointes de ces fils étaient tellement rapprochées, qu'il y avait moins d'un dixième de ligne entre elles ; et une lamelle d'huile de cette épaisseur, fut suffisante pour empêcher toute ombre d'affection de l'Electroscope, en contact avec l'un des pôles ; lorsque je touchais son pôle opposé, et qu'il eût dû diverger extrêmement : pour m'assurer néanmoins que cet effet ne tenait pas à la propriété parfaitement conductrice de cette lame ; ce qui, dans ce cas, eût produit le même effet. Je variai l'expérience ; je retirai le tube de sa situation précédente : j'appliquai l'électromètre à l'un de ses fils ; l'autre fut mis en communication avec l'un des pôles ; puis, touchant le pôle opposé, je ne vis pas la plus légère divergence dans l'électromètre. L'isolation obsolue fut constatée par-là.

» Un tube rempli d'eau, ayant deux fils métalliques, plongeant de part et d'autre dans la liqueur, conduit l'électricité, lorsqu'on applique un de ses fils à l'électromètre, et l'autre à l'un des pôles de la pile. Quand on vient alors à toucher le pôle opposé, l'électromètre arrive sur-le-champ au maximum de divergence; mais il ne s'ensuit pas delà que l'eau soit un conducteur parfait du fluide galvanique; parce qu'un cordon de chanvre mouillé, semblablement appliqué, produit le même effet. J'appliquai donc immédiatement l'électromètre à un des pôles de la pile; puis je réunis ces deux pôles, par des fils placés dans un tube plein d'eau, à différentes distances. Je trouvai que lorsque les fils sont éloignés de 4, 6 et jusqu'à 8 pouces, ils forment le cercle galvanique si parfaitement, que l'électromètre n'est pas sensiblement affecté des modifications qu'on cherche à lui imprimer par le contact de son pôle opposé. Mais lorsque la colonne d'eau, interposée entre les deux fils, devient plus longue, comme par exemple de 12, 16 à 24 pouces, l'imparfaite conduction de l'eau devient de plus en plus sensible, à mesure que la colonne d'eau, qui sépare les fils, augmente en longueur.

» Je plaçai ces fils à cinq pieds, puis à dix

et au-delà l'un de l'autre, et je trouvai, par la divergence de l'électromètre, que le cercle était toujours formé d'autant plus imparfaitement, que le cylindre d'eau interposé augmentait en longueur; tellement que, pour une longueur de plus de dix pieds, les deux pôles affectaient l'électromètre, comme s'ils n'étaient point réunis entre eux.

» Dans ces expériences, sur la faculté conductrice de l'eau dans les tubes, je vis aussi que la quantité du gaz, produit par les deux fils, diminue à mesure que les longueurs du cylindre d'eau interposé augmentent. Il m'a paru que les quantités du gaz sont en raison inverse des distances des fils. Cependant, je n'opérai pas avec assez de précision sous ce rapport, qui ne m'intéressait pas alors directement, pour assurer si ces quantités sont précisément en raison inverse des distances, ou en raison inverse de quelque fonction des distances. Quoiqu'il en soit, le phénomène de la production des gaz, sur deux fils éloignés l'un de l'autre de dix pieds, est en soi-même très-frappant. Je pris, pour cette expérience, deux tubes de verre, long chacun d'un peu plus de cinq pieds; je bouchai leur orifice inférieur avec du liège, que traversait un fil de platine; je le remplis

remplis d'eau, puis j'unis l'extrémité supérieure des deux colonnes d'eau, par un syphon de verre que j'y renversai plein d'eau. Les deux fils de platine étant alors mis en contact avec les deux pôles de la batterie, la production du gaz se fit. J'avoue que le mécanisme de cette action réciproque, à dix pieds de distance, si on l'explique par une pure et simple décomposition de l'eau, semble sortir bien décidément de toutes les analyses connues en chimie. Attendons, du tems et des efforts des chimistes, des lumières sur cet objet éminemment propre à étendre la science, en reportant notre attention sur le concours des substances impondérables dans les combinaisons des corps.

» Je désirais savoir si la colonne d'eau, formant le cercle galvanique d'un pôle à l'autre, offrirait aussi le phénomène de la répartition d'électrisation opposée dans le sens de sa longueur. Je pris deux tubes de verre d'un calibre un peu différent, tellement que l'extrémité de l'un pouvait se loger dans celle de l'autre; je fixai un fil métallique dans la jonction des deux tubes, tellement qu'une portion du fil sortait à l'extérieur pour y appliquer l'électromètre, et l'autre plongeait dans le tube avec une longueur de trois pouces environ. Je

scellai la jonction avec de la cire d'Espagne ; je plaçai ensuite, aux deux extrémités du tube composé, qui n'en faisait plus qu'un seul, un bouchon avec son fil métallique, et je remplis le tube d'eau. J'avais ainsi un appareil à gaz, dans lequel, entre les deux fils qui lui sont essentiels, un troisième était interposé isolé, et sans communiquer à la pile autrement que par l'intermède de l'eau. J'espérais donc qu'il m'indiquerait l'état électrique de la portion moyenne de la colonne d'eau. En disposant cet appareil, j'avais encore une arrière-pensée qui m'intéressait extrêmement. J'interceptai le courant galvanique à son passage, d'un fil à l'autre, et j'espérais qu'au défaut d'une indication de l'état électrique, de la portion moyenne de la colonne d'eau, j'aurais au moins quelques renseignemens électroscopiques sur la constitution physique du fluide, au moment où, passant d'un fil à l'autre, il produit des effets chimiques sur l'eau; objet pour le moins aussi important que l'autre.

» Ayant lié deux fils extrêmes de l'appareil aux pôles de la pile, rien de ce que j'attendais n'arriva : le fil intermédiaire ne me donna que des signes électroscopiques, si impalpables et si équivoques, que je n'en pus tirer absolument aucun parti; au point que, loin de pouvoir prononcer sur la nature positive ou né-

gative de ces soupçons de divergence, je n'oserais même affirmer positivement qu'il y eût eu des divergences réelles; mais voici ce qui se passa dans le tube :

» *A*, soit le fil du tube positif; *B*, le fil lié au pôle négatif; *C*, le fil isolé interposé entre les deux. *A* donna de l'oxide, *B* du gaz hydrogène, et *C* se partagea en deux parties, *a* et *b*, dans le sens de sa longueur. La portion *a* opposée à *A*, donna du gaz hydrogène, et la portion *b* opposée à *B*, donna de l'oxide; et un tiers environ de la longueur de *C*, entre *a* et *b*, fut indifférent.

» En changeant les pôles, tout fut renversé; mais le même effet eût lieu : toujours le fil, plongeant librement dans l'eau du tube, se partageait en trois tiers, dont les deux extrêmes donnaient les phénomènes opposés à ceux des pointes respectives dont ils étaient les plus voisins, et le tiers intermédiaire était indifférent. Tout se passait comme s'il y eût eu deux tubes isolés, et un fil intermédiaire plongeant dans chacune des deux, pour opérer la jonction.

Ce fait ne me paraît pas sans importance, pour la théorie des effets chimiques du Galvanisme. Je ne l'envisage, dans ce moment,

*

que dans ses rapports avec les lois physiques de ce phénomène ; et j'en conclus que deux fils, plongeant dans une masse d'eau libre, doivent donner les effets d'oxidation et de production du gaz, sans qu'il soit nécessaire de les isoler, de part et d'autre, dans un tube, afin qu'ils ne se trouvent en présence que par leurs extrémités.

» Il était sans doute spécieux de dire, que, si les fils plongeaint librement dans l'eau, le courant électrique pourrait, au contact de l'eau, se propager sans obstable de l'un à l'autre; tellement que l'équilibre entre les deux pôles serait établi immédiatement par la masse de l'eau, et que les deux pointes des fils ne donneraient pas plus leurs gaz, que si l'on établissait au-dessus d'elles une communication métallique d'un pôle à l'autre. Mais, le fait est que j'obtins des gaz et de l'oxide, en faisant plonger les deux fils de laiton, dans des évaporatoires de verre, où je les tenais plongés dans une lame d'eau de plusieurs lignes d'épaisseur, et à une distance respective de six à sept pouces. J'interposai alors, entre les deux extrémités de ces fils venant de la pile, un troisième fil, aussi de laiton, pour mieux observer l'oxidation, et parfaitement poli. Je le plaçai d'abord dans la direction prolongée de deux fils de la colonne,

que l'on pourrait nommer *méridien galvanique.* Aussitôt ce fil intermédiaire se partagea dans le sens de sa longueur, et donna du gaz et de l'oxide, à ses deux extrémités, respectivement voisines des fils qui donnaient de l'oxide et du gaz. La partie intermédiaire fut indifférente.

» J'inclinai ensuite le fil intermédiaire, de façon qu'il coupât le méridien galvanique dans des angles, que je fis d'abord fort aigus, et que j'augmentai ensuite par degrés. Dans cette position, le fil intermédiaire continua d'offrir le phénomène de la différente polarité; chaque pointe, revêtant l'état opposé à celui du fil venant de la pile, dont elle se trouvait la plus voisine. A mesure que l'angle d'inclinaison augmentait, la diverse polarité se distribuait sur un plus grand espace à chaque extrémité, et l'étendue de la région indifférente allait en diminuant. L'intensité des effets propres à chaque pointe, c'est-à-dire, la production du gaz et de l'oxide, diminuaient en raison de la répartition de ces effets sur une plus grande étendue. Ayant enfin amené le fil intermédiaire dans la position de l'équateur-galvanique, où la direction prolongée des fils de la colonne est perpendiculaire à celle du fil intermédiaire, les effets opposés se répartirent dans ce sens de l'épaisseur du fil, c'est-à-dire, que l'ayant laissé quelque tems posé à

angle droit, relativement aux fils de la batterie galvanique, je trouvai une bande longitudinale fortement oxidée d'un bout à l'autre du fil; tandis que le reste de sa périphérie avait conservée tout son éclat métallique : je ne pus distinguer l'émission du gaz, que par une petite sinuosité que forma la partie opposée à celle qui s'oxidait. Les bulles qui partirent étaient probablement imperceptibles, vu le peu d'intensité de l'oxidation correspondante.

» Quant à l'importante question sur la constitution physique du fluide galvanique, dans ce moment où, passant d'une pointe métallique à l'autre, dans le sein d'un fluide, il y produit des changemens chimiques; je n'ai pu encore réussir à obtenir des phénomènes électroscopiques assez satisfaisans pour constater cet état. L'électromètre ne fut affecté immédiatement, dans aucune des combinaisons que j'imaginai pour statuer quelque chose sur ce point. Mais, en employant le condensateur, j'eus la divergence de l'électromètre, dans des cas où le fluide galvanique *pourrait sembler* avoir réellement traversé la liqueur et y avoir produit des gaz, avant de venir donner des signes électroscopiques de sa présence; entre autres expériences relatives à cet objet, je rapporterai la suivante :

« Un appareil à gaz fut lié, par les deux fils

extrêmes, aux deux pôles de la pile. Pendant que les phénomènes d'oxidation et de production de gaz avaient lieu, j'attachai à l'un des fils de l'appareil à gaz, un fil métallique dont l'autre extrémité reposait sur le disque supérieur du condensateur: enlevant ensuite celui-ci et l'appliquant au plus sensible de mes électromètres, je n'eus aucun signe de divergence; mais lorsque replaçant le fil métallique sur le condensateur, je touchais le pôle positif de la pile et enlevais ensuite le disque, il donnait à l'électromètre des divergences négatives extrêmement fortes. Celles qui auraient dû avoir lieu, en touchant le pôle négatif, pour faire diverger l'électromètre positivement, furent ou nulles ou absolument inperceptibles; ce qui rentre probablement dans ce qui a été observé plus haut, de l'énergie plus grande des divergences du pôle négatif, comparées à celles du pôle positif; mais je crois avoir eu raison de dire que, dans cette expérience, le fluide qui a servi à affecter chimiquement l'eau, *semble seulement* affecter l'électromètre, au sortir de l'appareil à gaz. En effet, si c'était cette portion de fluide qui laisse des vestiges d'électricté sur le disque du condensateur, on devrait les y trouver aussi, dans le cas où les deux pôles de la pile sont abandonnés à

eux mêmes, pendant que les gaz se produisent; or, dans ce cas, le condensateur n'est absolument point électrisé; il n'annonce la présence d'une petite quantité de fluide, que dans le cas où, par le contact, on a donné ou enlevé de l'électricité à l'un des pôles; et c'est l'excèdent de l'électrisation qui en résulte qui, traversant l'appareil à gaz, comme tout autre conducteur imparfait, se répand sur le disque du condensateur qu'il rencontre en chemin. Mais le contact des pôles ne modifie en rien les effets chimiques qui se produisent dans le tube; le condensateur n'a donc pas été électrisé par le fluide qui vient de former le gaz; mais par cette portion excédente de fluide que le contact a donné à l'un des pôles.

» On sent l'importance de ces recherches; car enfin, s'il était rigoureusement prouvé que la portion du fluide électrique, qui a donné dans l'appareil aux gaz, de l'oxide et du gaz hydrogène, cesse au sortir de là d'exister avec les propriétés physiques du fluide électrique, nous aurions du coup démontré la décomposition chimique de ce fluide; et il ne resterait plus, pour transformer cette décomposition en une analyse, qu'à démêler les élémens du fluide, parmi les principes constituans des nouveaux mixtes, qu'il aurait concouru à former.

» Mais plus ces résultats sont importans, plus il est essentiel de s'abstenir de former la théorie, avant d'avoir rassemblé une grande masse de faits, bien caractérisés et discutés par une critique sévère. C'est par cette raison que je laisserai ici, dans leur isolement, les résultats des expériences que je viens de rapporter ; je me contenterai d'indiquer, comme point de départ, pour toute explication des phénomènes de cette classe, l'expérience fondamentale de Volta, par laquelle il démontre la capacité différente des métaux hétérogènes, pour le fluide électrique.

» Une baguette de zinc s'appuie, par son extrémité supérieure, contre un des disques du duplicateur de Nicholson; une baguette d'argent vient, de l'autre part, s'appuyer de même contre le disque opposé ; les deux extrémités inférieures des verges métalliques, reposent sur un conducteur imparfait, comme seraient du drap ou du carton mouillés. Après quelque tems de séjour, on trouve le duplicateur électrisé. Si l'on intervertit la position des baguettes, de façon que l'argent touche le disque que touchait auparavant le zinc et l'inverse, on obtient l'électrilisation opposée.

» J'ai répété, dans le tems, ces expériences avec beaucoup de soin, et je les ai trouvées par-

faitement constatées ; de façon qu'en une demi-heure, je changeais plusieurs fois, à volonté, l'état d'électrisation du duplicateur, selon que je prenais *zinc*, *drap mouillé*, *argent*, ou bien *argent*, *drap mouillé*, *zinc*. Ce qui manquait après cela, pour donner la théorie de la pile, dont les effets ne sont absolument que la somme additionnelle des effets de plusieurs séries pareilles, était le mécanisme de l'action du conducteur imparfait, dont l'interposition permet, aux capacités différentes de métaux, de cesser d'être latentes. L'on a vu, plus haut, que j'avais peut-être quelques raisons de me flatter d'avoir dévoilé ce mystère, par mes expériences de répartition du Galvanisme, le long d'un conducteur humide. »

Ce beau travail d'Erman, me paraît être un des plus importans qu'on eût fait en Galvanisme, depuis la découverte de Volta, jusqu'à celle de Ritter, dont je vais parler dans la section suivante. Il est à desirer qu'elles soient connues et répétées par tous ceux qui s'occupent de cette partie de la physique ; et je crois pouvoir les leur présenter, comme très-propres à avancer nos connaissances, non-seulement en Galvanisme, mais encore en Electricité.

§. II.

Galvanomètre de Pepys.

Description. *C V* (*fig.* 97), est un cylindre de verre fixé sur un socle de bois *S B*, lequel est porté sur trois pieds *t t t* de verre ou de bois, suivant que l'on veut que l'appareil soit isolé ou non. Dans ce cylindre de verre, s'élevent deux pièces de métal *P M*, qui peuvent être rapprochées ou éloignées l'une de l'autre, à volonté, au moyen d'une coulisse pratiquée dans l'épaisseur de la pièce transversale *G F* (*fig.* 98), fixée sur le socle dans l'intérieur du cylindre. On fixe ces pièces, à la distance que l'on veut, par le moyen de la vis *D*. La tige *P* est formée de deux pièces unies par une charnière *C*, qui permet de la couder, et facilite les mouvemens, quand on veut établir des communications.

Le couvercle de l'appareil *R N* (*fig.* 99), est formé de deux plaques circulaires de laiton, appliquées l'une à l'autre, et garnies endessous d'une rondelle de liège, qui entre juste dans le cylindre. La plaque inférieure, ainsi que le liège, est percée d'un trou oblong, dans lequel commence une rainure qui arrive jusqu'au bord extérieur de la plaque, et reçoit une lame

mince d'argent *l a*, que l'on peut faire avancer ou reculer entre ces plaques, de manière à placer les deux feuilles d'or *f d*, qui tiennent à son extrémité, à telle distance que l'on voudra des tiges ascendantes *P M*.

Usage. Après avoir placé cet appareil auprès d'un Electromoteur prêt à fonctionner, on met la lame d'argent *l*, en communication avec le bouton *P* de l'Electromoteur (*fig* 89); et la partie de la tige *P* du Galvanomètre, avec le bouton *N* de l'Electromoteur. On ajuste et l'on fixe ensuite les deux tiges *P M*, l'une à l'autre, par le moyen de la vis *D*.

Effets. Les feuilles d'or commencent à diverger, lorsque les pièces arrivent à une distance qui peut être d'autant plus grande, que l'Electromoteur est plus fort. Ce fut à trois-quarts de pouce, dans l'expérience de Pépys, dont l'appareil était formé de 80 paires argent et zinc. Cette divergence est l'effet d'une électricité positive, dans la disposition qui vient d'être décrite; et négative, quand les communications se font dans l'ordre contraire à celui-là.

J'ai trouvé ce Galvanomètre si utile, dans un grand nombre d'expériences, dit M. Pepys, que je puis le recommander, avec qulque confiance, aux amateurs de ce genre de recherches.

ARTICLE DEUXIÈME.

Des Galvanomètres par la décomposition de l'eau.

Le phénomène de la décomposition de l'eau par l'Electromoteur de Volta, fournit à Robertson l'idée d'un Galvanomètre, qu'il décrivit dans un Mémoire lu à l'Institut, le 11 fructidor an 8, époque à laquelle la belle découverte de Volta, et par conséquent celles qui la suivirent, étaient encore très-peu connues en France. Le docteur Graperon a construit depuis un Galvanomètre tenant au même phénomène, et qui paraît, au premier abord, très-semblable à celui de Robertson : mais il présente des moyens d'appréciation bien plus exacts et plus sûrs, par les notions accessoires que l'auteur de celui-ci a fait concourir au même but.

§. I.^er

Galvanomètre de Robertson.

Description. *T V* (*fig.* 100), est un tube de verre de sept à huit pouces de longueur et d'une ligne d'ouverture. L'une de ses extrémités *d* est garnie d'une virolle portant un robinet, auquel

est adaptée une tige d'argent qui entre dans le tube, quand on visse le robinet à la virolle. Ce tube de verre est gradué dans la partie de sa longueur qui correspond à la tige d'argent.

Usage de cet Appareil. On remplit le tube d'eau pure; on introduit, dans l'extrémité *g*, une tige de zinc, tenant à un bouchon qui sert à la fixer à la distance convenable (tout autre métal produirait le même effet, n'étant là que comme conducteur); on approche cette tige jusqu'à un pouce de celle qui tient au robinet, et dès-lors on n'a plus qu'à faire tenir l'extrémité de la tige *g* au bouton *P* de l'Electromoteur (*fig.* 89), et le robinet au bouton *N*, immédiatement ou par des fils conducteurs.

Effets. « Les bulles qui se détachent de l'extrémité d'une des tiges, dit l'auteur de cet instrument, annoncent la présence de ce fluide; et la plus ou moins grande quantité de ces bulles est indiqué par les divisions du tube; de sorte qu'en tenant compte de la mesure du tems, on reconnaît la plus ou moins grande activité du courant galvanique. Cet appareil, ajoute-t-il, me paraît indiquer assez bien la marche et la progression du courant, qui est toujours annoncé par une petite traînée de bulles qui s'écoulent, tantôt de l'une et quelquefois de l'autre tige. »

(Il ne faut pas oublier que c'est en l'an 8 que Robertson parlait ainsi.)

§. II.

Galvanomètre du docteur Graperon.

Le docteur Graperon eut aussi l'idée de faire servir la décomposition de l'eau par le Galvanisme, à l'évaluation de la force d'un Electromoteur. Mais, il ne s'en est pas tenu, comme Robertson, au seul indice que présente la quantité de bulles dégagées dans un tems donné; il a eu recours à d'autres principes qui rendent son appareil beaucoup plus *métrique*.

Le premier de ces principes, établi par les observations de Gautherot, consiste en ce que *l'action galvanique se transmet à travers un cylindre d'eau, en raison directe du diamètre de ce cylindre.*

Le second principe, qu'il présente comme le résultat de ses propres observations, est que *l'action galvanique se transmet à travers un cylindre plein d'eau, en raison inverse de la longueur de ce cylindre.*

Ainsi, l'action galvanique se transmet à travers une colonne d'eau, en raison directe du diamètre, et inverse de la longueur

de cette colonne (*Journal du Galvanisme*, etc. N.° IV.). La décomposition de l'eau est donc ce que je puis mesurer, ajoute le docteur Graperon; et c'est, je crois, le phénomène galvanique dont les rapports sont les plus constans et les plus directs, avec les autres effets du même agent; tels que la saveur, les contractions, les commotions, l'éclair, l'étincelle, la combustion, etc.

Description. *A B*, (*fig.* 101), est un tube de verre calibré dont le diamètre n'a pas plus d'un millimètre; il est fixé horisontalement sur un pied *P*; une de ses extrémités est évasée en entonnoir, et se relève à un angle de 40 à 50 degré sur la direction horisontale du tube. *f z* est un fil métallique d'une grosseur déterminée, dont une extrémité est introduite dans le godet *A*, tout le reste demeurant en dehors pour établir les communications nécessaires. Par l'extrémité opposée du même tube, on introduit un autre fils de métal *c*, assez long pour aller toucher le bout de celui du godet.

t d r (*fig.* 102), sont trois petits morceaux de tubes de verre, tirés en pointe différemment aigue, et destinés à être placés dans le godet *A* du tube *A B*, pour en augmenter la capillarité dans ce point.

E G

E G (*fig.* 103), est une échelle graduée sur une lame de métal que l'on adapte dans sa longueur au tube *A B*. (On pourrait tout aussi bien la graver sur le tube lui-même).

Usage de cet Appareil. On n'a qu'à remplir d'eau pure le tube et son godet; on introduit les fils *z* et *c* dans les deux extrémités, et on les fait communiquer, *z* avec *p*, et *c* avec *n* de l'Electromoteur (*fig.* 89).

Mode de graduation employé par l'auteur de ce Galvanomètre.

Pour avoir des effets comparables, il fallait établir une échelle dont les points extrêmes fussent bien déterminés. Il a pris pour premier terme, les points où les conducteurs se touchent, ou sont très-près de se toucher. Ce point est toujours celui auquel correspond l'extrémité du fil *f z* qui y est fixe; c'est-là le zéro de l'échelle.

Pour établir un second terme, il a fait communiquer les deux conducteurs de l'instrument, avec les deux extrémités d'une colonne de dix plaques, zinc et cuivre, de 47 millimètres, de diamètre bien décapées au vif, et dont les couples étaient séparées par des rondelles de drap d'Elbeuf, bien mouillées dans une eau à 15 degrés de

température, et saturée de muriate de soude. Il avait laissé cette colonne, pendant 15 minutes, sans l'exciter. Les communications étant établies, il a cherché le point auquel le conducteur *C* étant placé depuis 10 secondes, le dégagement des bulles commence à paraître à son extrémité. Ce point étant trouvé et marqué, il divise en 10 portions égales, l'espace qui le sépare du zéro.

Il a doublé cet espace en éloignant le conducteur *C*, jusqu'au point *d*; et alors, rétablissant les communications avec son Electromoteur, il a augmenté le nombre des plaques métalliques, jusqu'à ce qu'il vît paraître le dégagement des bulles, au bout de dix secondes; ce qui est arrivé, quand sa colonne a eu 32 couples, dont les vingt-deux ajoutées, n'étaient pas décapées avec le même soin que les 10 premières. Dès-lors, l'échelle totale de son Galvanomètre était de 20 degrés, et l'endroit où le conducteur, étant placé depuis 10 secondes, après l'instant où les communications sont établies, commence à donner des bulles, devait marquer un degré d'action galvanique relative à celle d'un autre point pris dans l'échelle; ainsi, quand il faut approcher le conducteur *C* jusqu'en *E*, pour que le dégagement paraisse au bout de 10 secondes, la force qui le produit sera 4; tandis

qu'elle sera 16, si le dégagement paraît au bout de 10 secondes; le conducteur *C* n'étant qu'au point *I*.

On voit que le maximum de cette échelle, ne pouvait marquer que la force d'une trentaine de couples, et que cet instrument serait très-borné, si l'inventeur s'en fût tenu là; mais il a cherché à tirer meilleur parti de son appareil, sans en augmenter les dimensions et l'embarras. Quand il veut apprécier une force au-delà de 20 degrés, il se sert des ajutages *t d r* (*fig* 102), qui peuvent doubler, tripler, etc. le service de l'appareil; et voici comment on les rend propres à cet effet:

On tire, en pointe très-aigue, un morceau de tube de verre, on place sa pointe dans le godet du Galvanomètre, et sa capillarité le fait se remplir sur-le-champ. On introduit dans cette espèce d'entonnoir, un bout du fil *f z*, et l'on avance jusqu'à zéro, l'autre fil conducteur *C*. Alors, quoiqu'on établisse la communication des deux conducteurs *z* et *c*, avec les extrémités d'une colonne, dont la force connue et mesurée est de 20 degrés, il ne se fait point de dégagement au bout de 10 secondes, à cause de l'exiguité du petit tube *t*. La finesse que l'on donne à un tube de verre, en le tirant à la lampe de

l'émailleur, n'ayant point de bornes, on peut aisément s'en procurer d'une exiguité convenable à l'effet dont il s'agit. Les choses étant à ce point, on use l'extrémité du petit tube, jusqu'à ce qu'on obtienne le dégagement; au bout de 10 secondes, la tige *c* étant avancée jusqu'au zéro de l'échelle. On voit que, dans ce cas, zéro indique 20, et que, par conséquent, l'échelle totale est de 20 à 40; en employant d'autres ajutages encore plus fins, réglés par le même procédé, et que l'on a soin d'étiqueter du chiffre qui désigne l'augmentation qu'ils donnent au Galvanomètre; on peut étendre son usage, jusqu'à mesurer une force galvanique quelconque.

La forme de la pointe de la tige de laiton *c*, pouvant varier les phénomènes, l'auteur de cet instrument en a déterminé la coupe à 45 dégrés. Il a eu soin de noter de plus, quel était l'état de l'atmosphère, lorsqu'il fit ses expériences: le ciel était couvert, le baromètre à 28 p. 2 l., et le thermomètre à 15 degrés étant à l'ombre.

Quand le Galvanomètre a servi plusieurs fois, il se trouve, dans la liqueur, des bulles d'air qui pourraient tromper, en se confondant avec celles d'un nouveau dégagement, et en diminuant la capacité du tube; alors il faut renouveler l'eau dont il est rempli. Il faut encore pour avoir des

résultats comparables, que les conducteurs métalliques, qui sont ajoutés, soient au moins aussi gros que ceux du Galvanomètre.

Quand on fait les tâtonnemens pour arriver au point où le dégagement doit se faire, au bout de 10 secondes, il faut toujours commencer par un point beaucoup plus éloigné, et avancer successivement du degré 20 vers zéro; car, si l'on prenait la marche opposée, et qu'il fallût reculer la tige, parce que le dégagement aurait commencé trop tôt, on se trouverait obligé de retirer entièrement cette tige, à chaque fois, pour enlever les bulles produites.

Effets que l'auteur de cet appareil en a obtenu dans quelques essais.

Usages auxquels il propose de l'employer.

« La commotion, dit-il, a commencé à être sensible, pour moi, à 16 degrés. La colonne de 10 plaques étant resté montée toute la journée, le lendemain, à la même heure, elle marquait 5 degrés. De l'ammoniaque mis dans un Galvanomètre, marquait 45 degrés à une colonne, dont la force n'était que de 10 degrés avec le même instrument plein d'eau. Une dissolution de nitrate de potasse, ne donnait aucun dégagement, ors même que la tige *c* se trouvait à zéro. Mais

le fil, commençant avec l'autre extrémité de l'appareil, laissait dégager quelques bulles. Une dissolution de muriate d'ammoniaque m'a présenté des phénomènes particuliers; quelquefois il y avait dégagement et oxidation apparente du même conducteur; d'autres fois, il n'y en avait point : la couleur des flocons, tantôt rouge, tantôt noire, disparaissait et revenait dans certaines circonstances, qu'il a été dificile de saisir, pour reproduire, à volonté, les mêmes phénomènes. »

« Pour connaître la conductibilité d'une liqueur, on peut remplir un Galvanomètre, et fixer les conducteurs à 10 degrés; on le met en contact avec une colonne marquant 40 degrés; on se sert des mêmes conducteurs, qui viennent de la colonne, pour mettre en contact un second Galvanomètre, afin de mesurer la force restante; et plus ce second instrument marquera, moins la liqueur sera conductrice, et *vice versâ*. Pour les solides, on s'en sert comme conducteur; il faut qu'ils soient gros : on peut connaître aussi par cet instrument, la disposition plus ou moins grande de diverses liqueurs à la décomposition par le Galvanisme; il suffit d'en remplir un Galvanomètre, et d'éprouver à quel degré se fait la décomposition, par un appareil dont

la force a été auparavant appréciée par le Galvanomètre à l'eau pure. »

«On peut encore employer utilement cet appareil, pour placer un animal dans un courant galvanique très-fort, sans qu'il s'en appercoive, sans qu'il éprouve aucune commotion. Pour cet effet, on éloigne les conducteurs du Galvanomètre, de manière à ce qu'il n'y ait point de dégagement, et on les approche, peu-à-peu, sans aller jusqu'au contact; car, alors il recevrait une commotion relative à la force de l'appareil. Les animaux ne recevant point de commotion, par de tels moyens, ne seraient pas agités, et l'influence de cet agent, sur le pouls, la respiration, etc., pourrait être appréciée d'une manière plus certaine.

SECTION SIXIÈME.

DES APPAREILS SECONDAIRES.

Les premiers travaux des physiciens, lorsque Volta eur eut fait part de sa découverte, devaient naturellement avoir pour objet l'étude de son étonnant appareil. La singularité de sa construction, la nouveauté de ses effets divers formaient un champ d'observations assez vaste pour les occuper d'abord en entier; et les premiers résultats de leurs recherches devaient en amener des constructions nouvelles, lui faire subir une foule de modifications, et nécessiter l'invention d'instrumens métriques.

Telle fut la marche de nos connaissances relativement à cette découverte, et c'est dans cet ordre qu'on a pu la suivre, dans les cinq premières sections de cet ouvrage. Mais il devait arriver une époque où ce premier horison, s'étendant encore pour les observateurs, par la rapidité de leurs progrés, ils en viendraient à la découverte de nouveaux moyens propres à obtenir des effets d'un autre genre.

Tels sont les appareils qui me restent à décrire

dans cette sixième section, et que j'appelle *Appareils secondaires*, parce qu'ils n'ont pas, dans la production des effets galvaniques, une influence aussi directe que ceux qui font l'objet des sections précédentes. Je les classerai, d'après la nature des services auxquels ils sont propres, en appareils *de Recherche*, et en appareils *d'Application*.

ARTICLE PREMIER.

Des Appareils secondaires de Recherche.

Depuis plus de vingt siècles, on avait vu des corps s'électriser par frottement, lorsqu'on trouva le moyen d'en électriser d'autres par communication. Cette seconde découverte, sans être moins frappante que la première, devint encore d'un plus grand intérêt, puisque, sans elle, l'autre était à-peu-près inutile, et ne présentait qu'un fait isolé dans le tableau des connaissances humaines.

Sans pouvoir prétendre, sur la découverte de Volta, une influence aussi marquante, celle de Ritter est de nature à lui donner une grande extension, et ne peut manquer de former une époque très-remarquable dans l'histoire du Gal-

vanisme. Lorsqu'elle aura obtenue des physiciens toute l'attention qu'elle mérite, lorsqu'enfin ils voudront l'examiner, l'étudier dans ses détails, et l'apprécier dans ses résultats, ils y trouveront une route nouvelle, et peut-être plus sûre, pour arriver à la véritable source de tant d'effets, encore si mystérieux, même après les travaux des plus illustres électriciens.

On aime assez généralement à être conduit au fait principal, qui constitue une découverte, par les mêmes chemins que l'auteur a dû suivre pour y parvenir : c'est pourquoi je vais présenter d'abord, et les expériences de Ritter, qui lui fournirent l'idée de sa *pile à charger*, et celles qui lui sont étrangères, mais qui devaient, tôt ou tard, conduire au même résultat. Je trouve celle-ci dans les travaux de Gautherot et d'Erman, et je les place d'après la date de leur publication.

§. I^er^.

Premier Appareil à charger, présenté par Gautherot, *en ventose an* 9.

« En continuant mes recherches, disait ce physicien (dans un Mémoire lu à l'Institut), je me suis apperçu que la saveur brûlante que l'on se procure, en plaçant deux fils métalli-

ques dans sa bouche, et en plongeant leurs deux autres extrémités, l'une dans la première tasse de l'appareil à couronne, et l'autre dans la dernière; je me suis apperçu, dis-je, lorsque les fils étaient de platine ou d'argent, qu'en les retirant des tasses, et les faisant toucher l'un contre l'autre, on éprouvait encore une légère saveur galvanique; saveur qui même a de la permanence, si on laisse en contact les deux fils, et qui se renouvelle plusieurs fois, si l'on se contente de les rapprocher l'un contre l'autre, à plusieurs reprises. »

Cette première observation lui donna l'idée de l'appareil suivant, dont il montra les effets à la Société Galvanique, dans une de ses premières séances.

Description. *F* (*fig.* 104), est un flacon ordinaire de verre blanc. *b* (*fig.* 105), est un bouchon de liège, destiné à fermer le flacon *F*, et que traversent, à un centimètre de distance l'un de l'autre, deux fils d'argent *f g*.

Usage. On remplit d'eau salée le flaçon *F*, jusqu'à deux centimètres du goulot. On y place le bouchon *b*, ce qui fait plonger dans l'eau l'extrémité inférieure des fils *f g*, qui y sont maintenus parallèlement l'un à l'autre, et sans se toucher; et l'on accroche leur extrémité

supérieure, l'un au bouton *N*, et l'autre au bouton *P* de l'Electromoteur (*fig.* 89). Un moment après, mais, pour plus de certitude, lorsqu'un des fils commence à produire de petites bulles dans l'eau, on prend, avec des pinces isolées, les deux bouts qui tenaient à l'Electromoteur; et faisant cesser la communication, on examine l'état électrique des deux fils.

Effets. Si l'on porte dans la bouche les deux bouts de ces fils, qui communiquaient avec l'Electromoteur, on éprouve une saveur très-forte, quelquefois même accompagnée d'une légère commotion, et leur action a quelque permanence, puisqu'on obtient ces sensations à plusieurs reprises. Si l'on place, entre ces deux bouts des fils, un tube plein d'eau, elle sera décomposée comme par les fils venant des deux extrémités d'un Electromoteur.

« Cette expérience, qui ne se prête pas à l'explication qu'on chercherait à lui donner par la théorie d'électricité, me semble majeure, disait Gautherot; et comme elle est susceptible de beaucoup de modifications, *elle sera probablement la source ou la base* de beaucoup d'autres expériences, et concourra, plus qu'aucune autre, à la théorie de cette nouvelle branche de la physique. »

Deuxième Expérience de Gautherot.

Préparation. Prenant chacune des extrémités d'un fil de platine, par une pince isolée (*fig.* 106), on les plonge dans les tasses qui font les extrêmes de l'appareil à couronne, de manière que ce fil complète le circuit galvanique. Après l'avoir laissé quelque tems dans cette position, on le retire, et rapprochant ses deux bouts, sans leur permettre de se toucher, on les porte sur la langue.

Effets. On éprouve une saveur galvanique d'autant mieux prononcée, que le diamètre du fil est plus considérable.

« Il n'est pas nécessaire, pour le succès de cette expérience, ajoute Gautherot, que les deux tasses extrêmes contiennent de l'eau salée; car la dissolution saline pourrait laisser quelque doute sur la cause de la saveur; mais afin d'ôter toute incertitude, et pour donner à cette expérience le plus grand degré de simplicité, je remplis d'eau distillée deux tasses bien nettes; je fais communiquer ces deux tasses avec celles extrêmes de l'appareil par deux fils de platine; je plonge alors, dans les tasses qui contiennent de l'eau distillée, les deux bouts du fil de platine qui doivent procurer la saveur; je les ap-

proche de ceux qui servent de conducteurs, et j'attends le dégagement des bulles, provenant de la décomposition de l'eau. Par ce moyen, j'obtiens le maximun de saveur que ce genre d'expérience peut procurer. Cette expérience, ajoutait-il, me semble mériter le plus sérieux examen. »

Aujourd'hui, que l'on a obtenu les effets que Gautherot annonçait alors d'une manière si positive, on devrait être surpris que ces deux expériences n'aient pas fait plus de sensation, si l'on n'était témoin de l'espèce d'indifférence avec laquelle on a reçu celle de Ritter.

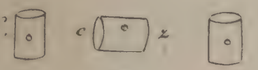
§. II^e.

Expériences d'Erman.

(*Journal de Physique*, *thermidor an* 9.)

On a déjà vu, *pag.* 218 *et suiv.*, que ce savant professeur avait été conduit, par ses expériences galvanoscopiques, à reconnaître qu'un conducteur imparfait, placé entre les deux pôles d'un électromoteur, acquiert à chaque extrémité l'état électrique du pôle avec lequel elle a été en contact. Un cordon de chanvre bien humecté, qu'il tendit d'un pôle à l'autre de l'électromo-

Fig. 86.



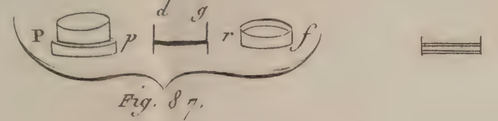


Fig. 87.

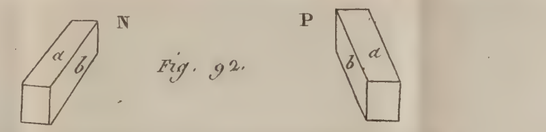


Fig. 92.

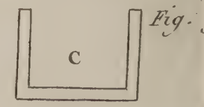


Fig. 93.

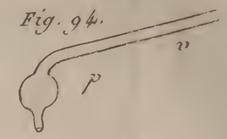


Fig. 94.

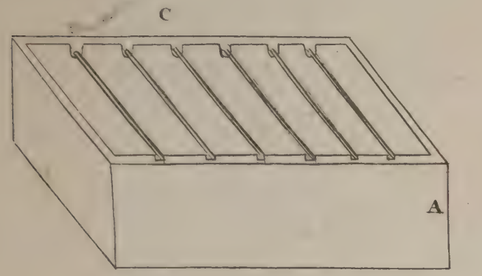
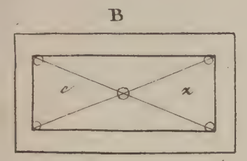


Fig. 88.



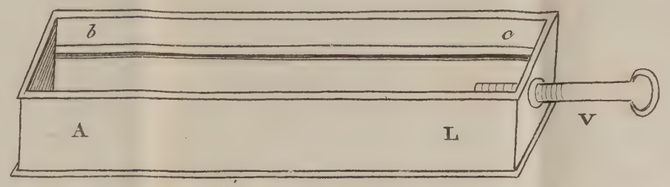


Fig. 91.

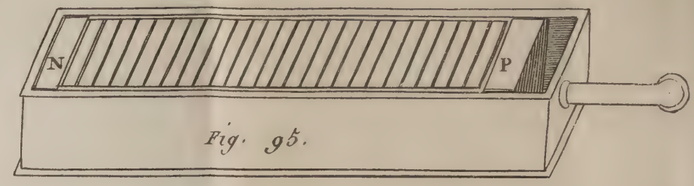
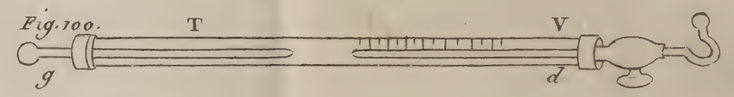


Fig. 95.



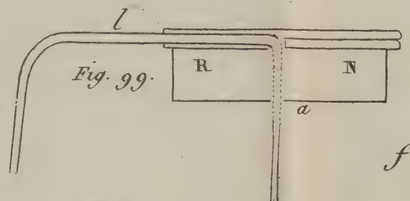


Fig. 99.

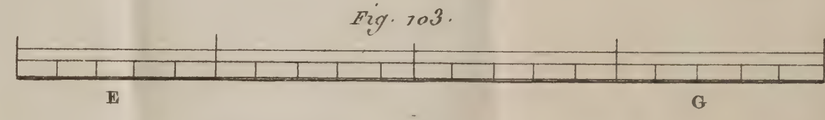


Fig. 103.

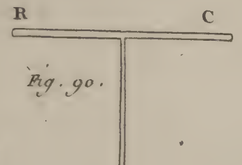


Fig. 90.

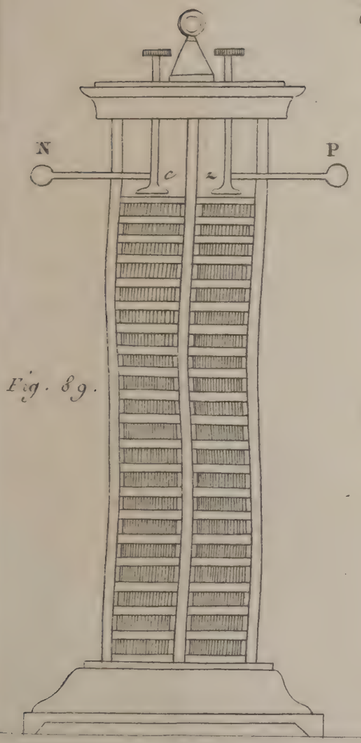
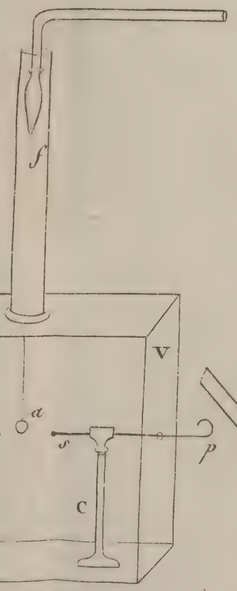


Fig. 89.



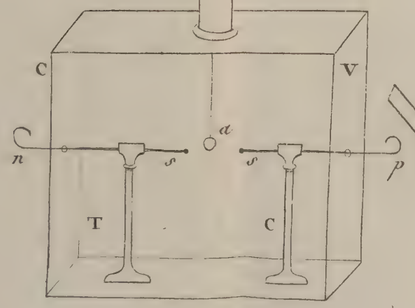


Fig. 96.

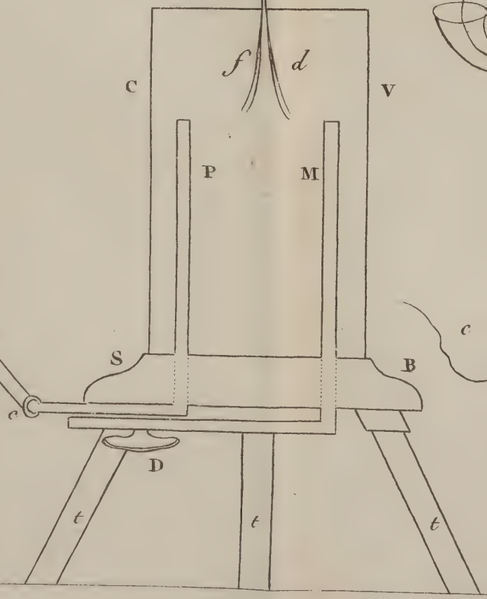


Fig. 97.

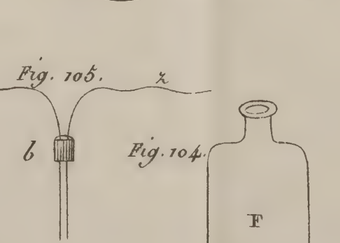


Fig. 104.

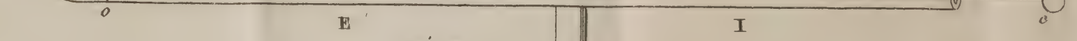


Fig. 101.

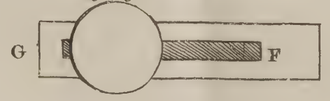


Fig. 98.

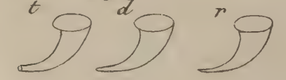
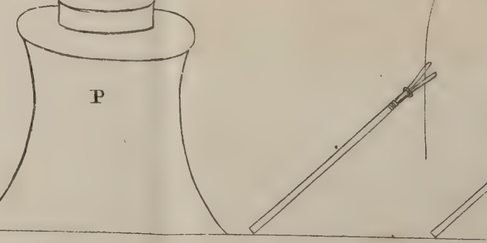


Fig. 102.



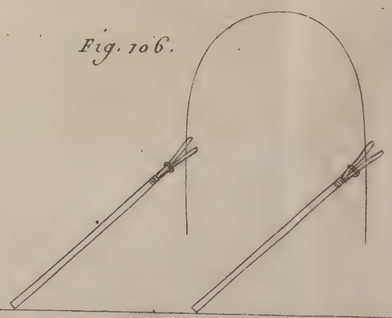


Fig. 106.

teur, se trouva chargé par une électricité positive, dans le bout qui avait touché au pôle positif; et par une électricité négative, dans celui qui avait été en communication avec le pôle négatif : tandis que la partie moyenne lui présenta un point d'indifférence et d'*isolement.* Erman reconnut bientôt cette propriété dans plusieurs autres substances, même dans des solides, et l'on voit bien qu'il ne lui restait plus qu'à former des combinaisons, pour augmenter les surfaces et les effets.

§. III^e.

Expériences et Appareil à charger, de Ritter.

Ce savant physicien avait observé qu'un corps animal, qui, pendant quelque tems, a fait partie d'un arc galvanique, passe, en le quittant, à un état opposé à celui qu'il avait auparavant; de sorte que le côté qui, durant la communication, était positif, devient négatif quand elle cesse, *et vice versâ.* Il se convainquit bientôt après, par l'expérience suivante, que les corps inorganiques produisent le même effet.

EXP. I^re.

Préparation. Il mit un fil d'or, composé de deux pièces, en communication avec deux por-

tions d'eau, dont chacune était en contact avec un des pôles de la pile électrique, et le laissa ainsi pendant quelques minutes.

Effets. Ce fil, étant détaché de la communication, produisit sur la langue les mêmes phénomènes, que l'on produit d'ailleurs, par le moyen de deux métaux différens. Mais la pièce qui avait donné du gaz oxigène, fit naître la saveur d'un *alcali*, et l'autre celle d'un *acide;* tandisque, pendant la communication avec la pile, le fil, qui dégage l'oxigène, produit la saveur acide, et l'autre la saveur alcaline. Il y avait donc une inversion de l'état électrique.

Expérience 2^{me}.

Ritter avait reconnu cette inversion d'état électrique, par une autre expérience; il avait rempli d'eau pure un tube de verre, muni d'un fil d'or à chaque bout, et l'avait placé entre les deux extrémités d'un Electromoteur pour en former le circuit.

Pendant que la communicatiou existait, un des fils dégageait du gaz oxigène, et l'autre du gaz hydrogène. Mais, sitôt que la communication fut rompue, les effets de chaque fil furent changés; le premier dégagea de l'hydrogène, et l'autre de l'oxigène.

Ces

Ces expériences de Gautherot, d'Erman et de Ritter sont assurément bien voisines; les unes et les autres nous montrent un métal conducteur, des effets galvaniques, mais incapable de les produire, recevant et conservant la propriété d'exciter les sensations que produisent les deux extrémités d'un Electromoteur. Gautherot n'avait été frappé que de ce premier résultat, c'est le seul qu'il ait retiré de ses expériences; mais Ritter en apperçut un autre qui le conduisit bien plus loin; c'est l'inversion de l'état électrique de ce conducteur ainsi placé entre les deux pôles d'un Electromoteur, et soumis pendant quelques instans à son action. Ce nouveau résultat semblait dévoiler une marche, un courant de fluide, dont l'interruption devait produire une espèce de retour, propre à changer l'état des extrémités, et à laisser dans une d'elles, une surabondance relativement à l'autre. Il n'y avait plus qu'à multiplier les élémens, pour rendre les effets plus sensibles. Les fils pouvaient être remplacés par des plaques, et l'eau qui les séparait par des cartons mouillés. Telle fut l'origine du nouvel appareil qui constitue la principale découverte de Ritter.

Appareil à charger.

Préparation. On a trente-deux disques de

cuivre, et trente-une rondelles de carton bien trempés dans de l'eau pure. On établit un double disque de cuivre sur la base d'un appareil ordinaire; et sur cette double plaque, on met une rondelle de carton mouillé, puis une seconde plaque, que l'on recouvre immédiatement d'une autre rondelle de carton, et ainsi de suite, jusqu'à la trente-deuxième que l'on ne recouvre pas.

Usage. Cette colonne de disques d'un seul métal, étant ainsi élevée entre les tiges de verre, on l'approche d'un Electromoteur, et l'on établit les communications entre leurs extrémités respectives; après les avoir laissées en cet état pendant quelques minutes, on enlève promptement les tiges de communication avec des pinces isolées.

Effets. 1.° Cette colonne, à un seul métal, qui par elle-même n'avait aucun pouvoir galvanique, a reçu par communication la faculté de produire les effets ordinaires de l'Electromoteur, la saveur, l'éclair, les commotions, les déflagrations, la décomposition de l'eau; mais cette propriété qui ne lui est point inhérente, et qui n'est que d'emprunt, pour ainsi dire, diminue peu-à-peu et disparaît au bout de quelque tems.

2.° Si l'on examine l'état de chaque extré-

mité de la pile secondaire, en recueillant son électricité sur le condensateur, on trouve que chaque pôle donne la même électricité que celui de la pile primitive, avec laquelle on l'avait fait communiquer; et si l'on établit de nouvelles communications, différentes de la première, les effets seront relatifs à ces changemens.

3.° D'un autre côté, en examinant ce qui se passe dans l'Electromoteur, aussitôt que la communication est établie avec une pile secondaire, on trouve que, dans le premier moment du contact, l'Electromoteur perd la plus grande partie de sa tension, et qu'à mesure que la pile secondaire reçoit plus d'électricité, la tension de l'Electromoteur augmente jusqu'à ce que la pile secondaire ait reçu toute la charge qu'elle était susceptible de recevoir. La pile de Ritter s'enrichit donc et se charge aux dépens de celle de Volta, qui ne reprend toute sa force que lorsque l'autre ne peut plus lui en enlever.

4.° Toute l'électricité, communiquée par un Electromoteur à une pile secondaire, n'est pas retenue par celle-ci. Il s'en échappe toujours un peu par la faculté plus ou moins conductrice de cette pile, qui ne peut pas être regardée comme appartenant aux corps isolans, mais

plutôt comme un conducteur imparfait. Cette transmission d'électricité est considérablement variée par la nature du liquide dont on mouille les cartons. Ritter forma deux piles secondaires, chacune de quarante-cinq plaques; les cartons de la première avaient été mouillés dans l'eau salée, ceux de la seconde dans une dissolution de muriate d'ammoniaque; elles furent mises en communication avec un Electromoteur de quatre-vingt-dix étages; la pile à l'eau salée produisit, après la communication, des effets bien prononcés, pendant que celle à la dissolution de muriate d'ammoniaque n'en produisit aucun, excepté une saveur assez faible qu'elle fit naître sur la langue immédiatement après sa communication avec l'Électromoteur.

5.° La pile chargée perd peu-à-peu son action, quand on l'abandonne à elle-même; la perte est très-grande au commencement, elle est beaucoup moins sensible relativement, lorsque la charge est plus faible. C'est dans les premières secondes après le chargement, que cette pile a toute sa vigueur; les étincelles disparaissent bientôt, l'action chimique et la faculté commotrice ont plus de durée. Une pile de 45 plaques de cuivre, dont les cartons ont été mouillés dans l'eau pure, chargée par sa communication avec une pile électrique de 90 étages, n'a, après 10

minutes, qu'un résidu très-faible, et après 20 ou 30, elle a perdu toute son activité. Une pile de même charge, mais dont les cartons étaient mouillés d'eau salée, donna, immédiatement après sa communication avec la pile électrique, des étincelles de 1 à 2 lignes de diamètre. Une seconde plus tard, les étincelles qu'elle produisait n'avaient plus que la moitié, ou tout au plus les trois-quarts du même diamètre; et une seconde et demie après, elle ne donnait plus rien.

MODIFICATIONS

De la Pile à charger.

L'appareil que nous venons de décrire, n'est sorti des mains de son célèbre inventeur, qu'après avoir éprouvé un grand nombre de modifications, par lesquelles ce savant physicien recherchait les causes des effets qu'il venait de découvrir. Ces recherches eurent des résultats qui ne sont pas moins remarquables que ceux qu'il avait obtenus par sa première pile. Je vais décrire les nouvelles constructions auxquelles il fut conduit, et que l'on peut diviser en trois classes, les unes n'ayant qu'un seul métal, tandis que les autres en ont deux ou plusieurs. Celles de la troisième classe, n'ont qu'un métal comme

celles de la première, mais elles ont de très-grandes dimensions; ce qui en augmente considérablement les effets.

I.re CLASSE

Des Piles à charger, d'un seul métal.

Les élémens de la pile à charger étant l'un et l'autre bons conducteurs du fluide électrique, il était naturel de penser que c'était dans la manière dont ils sont combinés, que l'on trouverait la cause de la propriété singulière qu'elle a de retenir le fluide que chacun de ses élémens transmet, quand ils sont séparés. Cette combinaison, ne consistant que dans les alternations de la substance humide avec le métal, il fallait varier ces mêmes alternations, pour bien saisir les développemens de ses effets. C'est-là ce que fit Ritter: avec 256 plaques de cuivre, et autant de rondelles de carton, il forma les piles suivantes:

N.° I.

Colonne à trois masses.

Description. CM (*fig.* 107), est une colonne formée de trente-deux plaques de cuivre, et d'autant de rondelles de carton mouillé, comme la pile

secondaire déjà décrite, mais avec cette différence que sur la base, depuis *M* jusqu'à *t*, on a placé l'une sur l'autre, sans intermédiaire, 16 plaques de cuivre, sur lesquelles sont les trente-deux cartons mouillés occupant l'espace *t a*, et chargés de 16 autres disques de cuivre *a C*. Cette colonne est, comme on voit, formée des mêmes élémens que la pile à charger déjà décrite, mais différemment disposés.

Usage. On établit les communications ordinaires avec les deux extrémités d'un Electromoteur, et quelques minutes après, on les enlève brusquement, pour examiner ce que cette colonne a reçu par une telle communication. L'Electromoteur produisant trois sortes d'effets bien distincts, il faut examiner la colonne secondaire sous trois points de vue et par trois moyens différens. On examine sa tension électrique par le moyen d'un condensateur et d'un bon électromètre; son action chimique par l'appareil à décomposer l'eau, et enfin son action physiologique par les commotions reçues avec les mains mouillées d'une dissolution de muriate d'ammoniaque, et armées de métal; on l'examine encore par la saveur, l'éclair, etc.

Effets. 1°. La colonne à 3 masses, après avoir passé le tems ordinaire en communication avec

un Electromoteur, ne présente aucune tension électrique appréciable. 2°. Elle ne donne point de commotion; on croit quelquefois éprouver quelque saveur; mais elle est très-faible et peu constante. 3°. Elle ne produit aucun dégagement de gaz.

N.° II.

Colonne à 4 masses (1 intercallation).

Description. *C M* (*fig.* 108), est une colonne formée des mêmes élémens que les précédentes, mais distribués en 4 masses; la première, placée sur la base, se compose de 16 plaques de cuivre; la seconde, de 16 rondelles de carton mouillé, séparés par une plaque de cuivre de la troisième, qui est de 16 rondelles de carton mouillé; et la quatrième, de 15 disques de cuivre.

Usage. On met cette colonne en communication avec un Electromoteur de même force que pour les précédentes; et l'ayant laissée en contact pendant le tems prescrit, on l'interrompt par les mêmes moyens.

Effets. 1°. La tension électrique, quoique très-faible dans cette colonne, commence à être sensible. 2°. Elle ne fait pas éprouver de commotion, mais elle donne la saveur bien prononcée. 3°. Elle dégage quelques bulles de gaz.

N.° III.

Colonne à 5 masses (2 intercallations).

Description. C M (*fig.* 109), est une colonne formée des mêmes élémens que les précédentes, mais distribuées en cinq masses. La première, qui repose sur la base, est de 15 disques de cuivre; la seconde, de 11 cartons mouillés séparés par un disque de cuivre de la troisième, qui est de 10 cartons mouillés; un autre disque de cuivre sépare celle-ci de la quatrième, composée de 11 cartons mouillés, et la cinquième est de 15 disques de cuivre : en tout, comme dans les précédentes, 32 plaques de cuivre, et autant de cartons mouillés.

Usage. On établit les mêmes communications que pour les précédentes, avec le même Electromoteur; et l'on examine, par les mêmes moyens, ce qu'elle a acquis.

Effets. 1.° Sa tension électrique est bien sensible; 2.° elle donne des commotions faibles, mais une saveur très-forte; 3.° le dégagement de gaz est très-prononcé et continu.

N.° IV.

Colonne à 7 masses (4 intercallations).

Description. C M (*fig.* 110), est une colonne

formée, comme les précédentes, de 32 disques de cuivre et 32 cartons mouillés; le tout distribué en sept masses, dans l'ordre suivant. La 1.re, qui est placée sur la base, est de 14 disques de cuivre; la 2.me, de 7 cartons mouillés, séparés par un disque de cuivre, de la 3.me, de 6 cartons mouillés, qu'un autre disque de cuivre sépare de la 4.me, composée de 6 cartons mouillés, séparés par un autre disque de cuivre de la 5.me, formée de 6 cartons mouillés, séparés par un 4.me disque de cuivre de la 6.me, ayant 7 cartons mouillés; et enfin, la 7me a 14 disques de cuivre; ce qui donne entre la totalité des cartons mouillés, 4 intercallations, au lieu de 2 qu'en avait la précédente.

Usage. On la soumet à la même communication et aux mêmes épreuves que les précédentes.

Effets. 1.° La tension est plus grande que dans la colonne à 5 masses; 2.° les commotions sont très-prononcées; 3.° le dégagement de gaz est plus rapide et plus soutenu.

N.° V.

Colonne à 11 *masses* (8 intercallations).

Description. CM (*fig.* 111), est une colonne de 32 disques de cuivre et de 32 cartons mouil-

lés formant 11 masses ; la 1.re placée sur la base, est de 12 disques de cuivre ; les 2.e et 3.e, chacune de 3 cartons mouillés ; les 4.e, 5e, 6.e, 7e et 8.e chacune de 4 cartons mouillés ; les 9e et 10.me chacune de 3 cartons mouillés et toutes séparées les unes des autres par un disque de cuivre ; la 11.e est de 12 disques de cuivre.

Usage. On met cette colonne en contact avec le même Electromoteur, qui a servi pour les expériences précédentes, et l'on examine par les mêmes moyens, ce qu'a produit une communication en tout semblable aux autres.

Effets. 1.° La tension électrique est beaucoup plus grande que dans les précédentes ; 2.° les commotions sont beaucoup plus fortes, et 3.° la production de gaz encore plus considérable.

N.° VI

Maximum de l'effet chimique.

Colonne à 19 masses (16 intercallations).

Description. Les 32 disques de cuivre et 32 cartons mouillés, dont on a formé les colonnes précédentes, sont disposées, dans celle-ci, de la manière qui suit : 1.° sur la base 8 disques de cuivre, puis un carton mouillé ; 2.° un disque de cuivre, 2 cartons mouillés ; 3.° un disque de cuivre et 2 cartons mouillés, 13 stratifica-

tions semblables ; ce qui fait en tout 16 masses : un disque de cuivre et un carton mouillé, pour la 18.me ; et enfin, 8 disques de cuivre ; en tout 19 masses et 16 intercallations.

Effets. Les communications ayant été établies, comme pour les autres, et suspendues après le même intervalle de tems ; cette colonne examinée par les mêmes moyens, présente tous les effets physiques, chimiques et physiologiques, dans une intensité bien plus grande qu'aucune des colonnes précédentes.

N.° VII.

Colonne à 32 intercallations.

On voit bien que cette colonne ne peut être formée que par l'emploi de tous les disques et cartons qui ont servi à monter les précédentes, et que leur disposition ne peut être différente de celle du premier appareil à charger, décrit pag. 257 ; il n'est reproduit, sous ce N.°, que pour la comparaison à établir entre ses effets et ceux des autres colonnes, qui ne sont que des modifications de celle-ci. Les communications et les moyens d'examiner son état, sont toujours les mêmes.

Effets. La tension électrique et les effets phy-

siologiques, sont, dans cettecolonne,encore plus grands que dans celles qui précèdent ; mais l'*action chimique commence à rétrograder*, le dégagement de gaz est moindre que dans la précédente.

N.° VIII.

Colonne à 64 intercallations.

Préparation. Pour monter cet appareil, il faut nécessairement avoir un nombre de plaques de cuivre, double de celui des colonnes précédentes, et diviser chaque carton mouillé en deux rondelles, dans le sens des couches horisontales. Toutes ces rondelles et disques sont placés, par alternations égales 1 à 1, comme pour la colonne précédente ; les communications établies avec le même Electromoteur, et les effets examinés par les mêmes moyens.

Effets. 1.° La tension électrique est encore plus grande que dans les colonnes précédentes ; 2.° les commotions sont aussi plus fortes ; 3.° l'action chimique est encore moindre que dans la précédente.

N.° IX.

Maximum de l'effet physiologique.

Colonne à 128 intercallations.

Préparation. Il faut doubler encore le nombre des disques de cuivre de la colonne précédente, et séparer chaque carton en deux couches horisontales. L'alternation et les moyens d'épreuve doivent être absolument les mêmes, et toujours avec un Electromoteur d'égale force.

Effets. 1°. La tension électrique est encore au-dessus de celle de la précédente colonne. 2.° Les commotions sont les plus fortes que l'on puisse attendre de ces sortes d'appareils. 3°. L'action chimique a disparu; il ne se fait point de dégagement gazeux.

N.° X.

Colonne à 256 intercallations.

Préparation. Le nombre des disques cuivre de la colonne précédente étant encore doublé, et chaque carton sous-divisé en deux couches

horisontales, on monte le tout de la même manière; on fait communiquer les deux sommets avec ceux d'un Electromoteur de même force que pour les précedentes, et l'on examine les effets de cette communication par les mêmes moyens.

Effets. 1.° La tension électrique est encore augmentée. 2°. L'action physiologique rétrogade; les commotions sont moins fortes que dans la précédente. 3.° L'action chimique n'existe plus; on ne voit aucune production de gaz.

II.^eme *CLASSE.*

Des piles à charger, à deux métaux.

Tous les appareils décrits dans la première classe des piles à charger, sont formés d'élémens inactifs par eux-mêmes; ils sont uniquement composés d'un seul métal et d'un fluide. On peut en construire encore, en combinant deux métaux hétérogènes que l'on rend inactifs, par la disposition qu'on leur donne, et qui servent, dans cet état, à former des colonnes à charger, semblables à celles d'un seul métal. Ces piles peuvent être aussi nombreuses que le permet la série des métaux susceptibles de for-

mer une pile primitive ; mais Ritter a remarqué deux procédés, dont les effets sont très-différens, et d'un grand intérêt pour la théorie.

A.

Pile primitive, rendue inactive par adossement.

Description. *Z C* (*fig.* 112), est une pile de Volta, composée de trente couples cuivre et zinc, séparées par une rondelle de drap mouillé; son pôle inférieur *C* est négatif, et le pôle supérieur *Z* est positif.

N P (*fig.* 113), est une pile semblable, pour le nombre et la grandeur des couples, mais inversement montée; car le pôle inférieur est de zinc, et parconséquent positif, tandis que le pôle supérieur est de cuivre, et négatif.

Usage. Pour rendre inactives ces deux colonnes, et pour en faire une pile à charger, on n'a qu'à les placer l'une sur l'autre, de manière que *P*, de la colonne (*fig.* 113), repose sur *Z* de la première; elles se toucheront ainsi par leurs pôles équinômes, et formeront une colonne totale de soixante couples, dont une moitié détruit l'action de l'autre, et, qui ne produisant plus d'effet galvanique par elle-même, devient susceptible de recevoir une charge, si l'on

l'on établit les communications ordinaires avec un Electromoteur.

Effets. Une telle colonne, chargée par communication, donne de fortes commotions, sans donner aucune trace d'action chimique; les moyens les plus efficaces furent inutilement employés pour la découvrir. Ni l'eau distillée, ni la teinture de tournesol, ne donnèrent une seule bulle de gaz, quoique ce dernier réactif soit très-sensible, et qu'on eût approché autant que possible les deux fils d'or dans l'appareil à décomposition.

Cette pile est donc, plus spécialement que toute autre, une *pile physiologique.*

B.

Pile primitive rendue inactive, par la disposition particulière de ses élémens.

Préparation. On dispose soixante couples cuivre et zinc, comme pour monter un Electromoteur ordinaire; mais au lieu de les monter toutes dans le même sens, on leur donne alternativement une position différente. Ainsi, la première couple placée sur la base étant *cuivre et zinc*, la seconde sera *zinc et cuivre*, la troisième cuivre et zinc, la quatrième zinc et cuivre, etc.

L'inversion faite dans les deux moitiés, pour la colonne précédente, se trouve dans chaque couple de celle-ci, et cette inversion rend ses élémens galvaniquement inactifs.

Usage. Cette colonne, ainsi rendue inactive, étant mise en communication, comme les précédentes, avec un Electromoteur ordinaire, en reçoit une charge que l'on apprécie par les mêmes moyens.

Effets. Les secousses qu'elle donne sont moins fortes que celles de la colonne *A*; mais elle est comme l'autre sans action chimique.

Si l'on prend, dans l'une et l'autre de ces colonnes *A* et *B*, des portions de telle sorte, que celle prise dans la colonne *A* soit composée d'un nombre égal de couples, de chaque côté du point d'adossement, ces portions, ainsi séparées de leur colonne respective, donnent encore des commotions, moins grandes sans doute, mais toujours sans action chimique.

Toutes ces expériences prouvent évidemment que *l'action commotrice et l'action chimique sont séparables, et que l'une peut exister indépendamment de l'autre.*

« Sans doute, dit M. Orsted, en rendant compte de ces résultats des travaux de Ritter, cela fera naître un jour de grandes découvertes;

car jamais l'empire de la vie ne s'est ainsi séparé de celui de la mort ; jamais la nature inorganique n'a présenté, avec tant de pureté, les alimens de l'organisme. Elle nous fait voir un double trésor qu'elle tient chaché dans son sein ; l'un, dont elle ne se sert qu'avec avarice pour ses propres besoins ; et l'autre, qu'elle porte comme ministre officieux au-devant de la vie.

C.

Pile à deux métaux rendus inactifs par leur séparation.

Préparation. Avec trente-deux plaques de cuivre et trente-deux plaques de zinc, on forme une colonne inactive, en disposant ces plaques et les cartons de manière qu'aucun métal ne touche l'autre immédiatement. On place sur la base une plaque de cuivre, puis un carton mouillé, ensuite une plaque de zinc, puis un carton mouillé, sur laquelle on met une autre plaque de cuivre, etc. ; de sorte que toutes ces plaques cuivre et zinc sont séparées, les unes des autres, par une rondelle de carton mouillé, ce qui la rend galvaniquement inactive.

Usage. On fait communiquer cette colonne avec un Electromoteur, et l'on examine, par les

moyens ordinaires, la charge qui résulte de cette communication.

Effets. 1.° La tension électrique est moins grande que celle de la colonne de cuivre et carton mouillé, du même nombre d'élémens. 2°. Les commotions sont aussi moins fortes, mais l'action chimique est plus marquée ; elle dégage plus de gaz que celle qui n'a que du cuivre. Elle est aussi beaucoup plus forte dans tous ses effets, qu'une pile d'un égal nombre de plaques toutes de zinc et de carton mouillé.

Dans la construction de toutes ces piles secondaires, tant de la première que de la seconde classe, Ritter s'est servi de rondelles de cuivre; mais il a remarqué que ce n'est pas le métal qui donne le plus grand effet. Il a trouvé que les conducteurs sont d'autant plus propres à être chargés, qu'ils sont plus susceptibles de devenir négatifs, par leur contact avec les autres. L'étain, le zinc, le plomb ne donnent rien de sensible ; l'action du fer, ainsi que celle du bismuth et de l'acier trempé est très-faible ; celle du laiton et du cuivre est plus grande ; celle de l'argent l'est bien d'avantage; l'or et le platine tiennent encore un rang supérieur ; mais le carbure de fer et l'oxide de manganèse, agissent encore plus que les autres.

III.^e CLASSE.

Des piles secondaires à larges plaques.

On a vu dans la 4.^e Sect., art. 3, §. 1.^er, que le célèbre Fourcroy était parvenu à établir une sorte de démarcation entre les effets chimiques et les effets physiologiques d'un Electromoteur, en modifiant les dispositions de l'appareil qu'il construisit avec MM. Vauquelin et Thenard ; et qu'il augmentait ou diminuait à volonté, l'un ou l'autre de ces effets, en augmentant la largeur de cet appareil aux dépens de sa hauteur, ou bien en augmentant sa hauteur, aux dépens de sa longueur. La route était tracée pour les colonnes secondaires et il n'était pas moins curieux de connaître quelle serait l'influence de la largeur de leurs plaques. C'est ce que Ritter n'a pas manqué d'examiner.

Préparation. On construit à-la-fois, trois piles secondaires de 60 alternations chacune. N.° I est formé de plaques de la même dimension que celles de l'Electromoteur, avec lequel on doit les faire communiquer. N.° II est composé de plaques de 36 pouces carrés ; les cartons, dans l'une et l'autre, ont à-peu-près deux tiers de ligne d'épaisseur. Les plaques du N.° III sont, comme

celles du N.° II, de 36 pouces carrés; mais ses cartons sont quatre fois plus épais.

Usage. Chacune de ces colonnes est mise en communication, pendant 8 ou 10 minutes, avec un Electromoteur de 90 étages, dont les cartons sont mouillés d'eau saturée à froid, de muriate d'ammoniaque. On fait cesser à-la-fois les communications, pour en examiner l'état.

Effets. Immédiatement après le chargement, N.° I donne des étincelles qui n'ont que 3 lignes de diamètre, pendant que N.° II en donne de 8 à 10, et même de 12 lignes. En produisant ces étincelles sur N.° I, par intervalle d'une seconde, on en peut avoir 3 ou 4; tandis que, par le même procédé, N.° II en donne jusqu'à 20.

Si l'on examine la force de ces 2 piles, par le moyen de la déflagration, en attachant une feuille d'or à la plaque supérieure, et la touchant avec le conducteur qui vient de la plaque inférieure, elle ne se fait, dans N.° I, que pendant 5 à 6 secondes; tandis que N.° II ne cesse de produire ce spectacle brillant, qu'après la 60^{me}.

Le faible dégagement de gaz produit par la première, ne dure que 20 secondes, celui du N.° II est beaucoup plus fort et ne cesse qu'après 5 minutes.

Quand on touche N.° I avec les mains mouillées et armées de métal, par intervalles d'un quart à un tiers de seconde, on éprouve des commotions qui deviennent presque insensibles à la 50.^me; tandis qu'en touchant N.° II, dans des espaces de tems encore plus éloignées, on en reçoit 200 et jusqu'à 250 commotions.

Tous les effets du N.° III, qui ne diffère du N.° II que par l'épaisseur quadruple de ses cartons, sont beaucoup plus intenses;

1.° Les étincelles en sont plus fortes, et leur durée plus longue au commencement; on tire les étincelles par intervalle d'une seconde, puis de 2, ensuite de 4, et enfin de 6 secondes. Ainsi, elle donne des étincelles pendant 2 minutes et demie, et jusqu'à 3 minutes. La déflagration des feuilles d'or est aussi plus brillante et dure d'une minute trois-quarts, jusqu'à 2 minutes;

2.° Le dégagement de gaz qui, pour N.° II, n'a pas duré plus de 5 minutes, dure, dans celui-ci, de 8 à 10 minutes, et se fait avec plus de rapidité;

3.° Les commotions sont si violentes au commencement, que Ritter fut obligé, pour les compter, d'établir la communication des pôles, par le moyen d'un tuyau plein d'eau, et par in-

tervalles d'une seconde. Après 300 de ces communications, les commotions étant devenues plus supportables, il en eut encore 1200, sans épuiser entièrement la charge. Des expériences comparatives ayant prouvé que les communications par le tuyau plein d'eau épuisent une pile, plus que celles qui se font par le corps humain. On peut conclure que plus de 1500 commotions n'ont pas suffit pour enlever toute la charge de N.° III.

Que d'espérances pour le renforcement des effets physiologiques, puisque N.° III n'a que 60 alternations, et que l'on sait qu'une pile de la première classe n'atteint son maximum qu'à 128, et que cet effet peut être encore considérablement étendu par un accroissement de plaques bien calculé! Je ne puis me persuader que la connaissance et la répétition des expériences que je viens de décrire, ne fournissent à ceux qui s'occupent de cette partie de la physique, quelques nouveaux moyens d'en étendre les bornes.

§. IV.e

Expérience et Appareil de N. M. Champré.

Dans une suite de recherches très-intéressantes, dont la plupart sont consignées dans un

mémoire lu à l'Institut, en floréal an 11, M. Chompré fut conduit à examiner si la production des gaz par le Galvanisme, ne reconnaîtrait pas d'obstacle mécanique, ou n'éprouverait pas quelques modifications par une forte résistance à son développement.

La construction de l'appareil auquel plusieurs essais l'ont amené, et les effets qu'il en a obtenus, me paraissent de nature à faire naître l'idée d'une foule d'expériences plus ou moins utiles; ce qui me fait croire qu'on me saura gré de les avoir fait connaître.

Description. T V (*fig.* 114), est un cylindre de verre très-épais, dont les extrémités ont été soigneusement usées à l'émeri, afin qu'elles puissent porter bien également sur une surface plane.

B (*fig.* 115), est une forte plaque de cuivre, dans l'épaisseur de laquelle est pratiquée une gorge *g*, d'un diamètre déterminé par celui du cylindre *T V*. De trois points également distans les uns des autres, et sur le champ, au-dehors de la gorge, s'élèvent trois fortes tiges de fer, solidement fixées à cette plaque, et dont les extrémités supérieures se terminent par une vis. Au centre de cette même pièce, est fixée une tige de cuivre, dont la pointe s'élève perpendiculairement jusqu'à un tiers de la hauteur des tiges *fff*.

C (*fig.* 116), est une autre pièce de cuivre, qui ne diffère de la première qu'en ce qu'elle est percée dans des points correspondans à ceux d'où partent des tiges de fer, dont elle doit recevoir les sommets. Cette pièce porte, comme l'autre, une tige de cuivre semblable à la première. Chacune des deux pièces a, sur son bord, un petit crochet *c c*.

A M S (*fig.* 117), est un cadre en bois, dont les pièces sont fortement liées ensemble. Sa traverse supérieure *A*, est munie, dans le milieu, d'une forte vis de pression *P*.

Usage de cet appareil. Après avoir garni d'une rondelle de cuir, la gorge de chacune des pièces *B C*, on place sur celle de *B*, le cylindre de verre *T V*, et le pressant un peu sur sa base, on le remplit 'eau pure. On le recouvre aussitôt de la plaque *C*, en faisant passer, dans les trous *t t t*, les extrémités des tiges *f f f* de la plaque *B*. On assujétit le tout ensemble par des écrous, qui prennent les sommets de ces tiges au-dessus de la plaque *C*.

Ce premier appareil étant ainsi monté (*fig.* 118), on l'établit dans l'assemblage *A M S* de manière que le centre du cylindre soit sous la vis *P*, qui sert à augmenter la pression des deux plaques *B C*, sur les extrémités du cylindre

plein d'eau *T V*. Il n'y a plus alors qu'à établir la communication entre les extrémités d'un Electromoteur et les plaques *B C*; ce qui se fait en adaptant un fil de métal, partant de chacune de ces extrémités, au crochet *C* de ces plaques.

Effets. Dans plusieurs expériences précédentes, faites dans le même but, mais avec des appareils moins parfaits, M. Chompré avait vu l'eau se faire jour à travers les bouchons de cet instrument, quelque serrés qu'ils fussent, et même à travers le mastic qui avait servi à fixer, au tour du tube, une virolle destinée à recevoir un bouchon de cuivre à vis; et cette transudation de l'eau se faisait à mesure que la production du gaz avait lieu.

Mais, la même expérience faite avec l'instrument que nous venons de décrire, lui offrit des résultats d'un tout autre intérêt. L'appareil soumis de même à l'action de l'Electromoteur, pendant 36 heures, l'eau ne se fit jour, d'une manière sensible, qu'après plusieurs heures; et il páraît que c'était à travers le cuivre lui-même, ou bien à travers le cuir qui séparait le tube du bouton, contre lequel il était pressé, peut-être même était-ce à travers l'un et l'autre. En essuyant la goutte formée au dehors, il fallait plusieurs heures pour en appercevoir une seconde.

Le gaz hydrogène parut, dès les premiers momens de l'expérience, au bout de la tige qui communiquait avec le pôle de cuivre de l'Electromoteur. Celle qui communiquait avec le pôle opposé, s'enveloppa d'un nuage d'un beau bleu verdâtre, et produisit une quantité d'oxide; telle qu'après avoir fait cesser les communications et placé l'appareil verticalement, l'oxide déposé au fond du tube occupait un espace de plus de 4 lignes de hauteur.

Le gaz, produit dans cette expérience, occupait un espace à-peu-près égal à celui que remplissait l'oxide, mais ce gaz était fort comprimé; car, au moment où l'on desserra la vis de pression, l'un des couvercles de cuivre fut soulevé brusquement; l'air s'échappa avec sifflement, et l'auteur de l'expérience perdit l'oxide qu'il se proposait d'examiner.

Ces expériences conduiront sans doute à la construction d'un instrument imperméable à l'eau; ce qui ne peut manquer de présenter, aux observateurs, des résultats d'un grand intérêt pour des recherches ultérieures.

ARTICLE DEUXIÉME.

*Appareils secondaires d'*Application.

Je n'ai que trois sortes d'appareils à décrire dans cet article. Le premier, imaginé par le professeur Aldini, et construit à Paris par M. Carcel, auteur connu des lampes mécaniques, a pour but de faciliter l'application du Galvanisme au corps humain. Le second fut construit par le docteur Graperon, pour séparer les effets du courant galvanique, de ceux des premiers produits de ce courant, quand on veut examiner son action sur différentes liqueurs. Dans un 3.^e^ §, je décrirai quelques moyens de diminuer l'embarras du nettoiement des disques d'un Electromoteur, lorsque l'oxidation l'a rendu nécessaire.

§ I.^er^

Appareil d'Aldini, pour l'application du Galvanisme au corps humain.

Description. AB (*fig.* 119), sont deux boules de métal fixées sur des tiges de verre, par un collet d'où part un fil métallique *f c*. Ces tiges de verre sont fixées, chacune sur son pied, et

susceptibles d'être placées et déplacées à volonté.

M. (*fig.* 120), est un mouvement d'horlogerie placé dans une boîte, et faisant mouvoir alternativement, par seconde ou demi-seconde, les deux marteaux ou boutons *b b*. Au milieu de cette boîte est une aiguille et un cadran à secondes. Cette pièce est établie sur un support isolant, *S I*.

Usage. Pour faire usage de cet appareil, on place la boîte *M* sur son support, auprès d'un Electromoteur nouvellement préparé; on fait communiquer, par un conducteur métallique, le moteur des marteaux *b b*, avec l'extrémité supérieure de l'Electromoteur; et l'on place une des boules isolées sous un des marteaux, ou bien une sous chaque marteau, lorsque deux personnes veulent s'en servir à-la-fois. Il n'y a plus qu'à faire prendre, par la personne à galvaniser, d'une main, le fil qui part de la boule isolée, et de l'autre, un conducteur venant de la base de l'Electromoteur, et puis faire partir le mouvement enfermé dans la boîte.

Effets. Chaque fois que le petit marteau touche la boule *B*, la personne qui tient le fil *C*, et qui touche, de l'autre main, la base de l'Electromoteur, éprouve la même commotion

qu'elle éprouverait en touchant immédiatement le sommet de l'Electromoteur. Outre l'avantage d'épargner tous les mouvemens qu'il faudrait faire pour multiplier les contacts, et pour les interrompre chaque fois pour obtenir les secousses, cet instrument présente encore celui de doser, pour ainsi dire, cet effet, en réglant exactement le nombre des commotions que l'on reçoit dans un tems donné.

§. II.

Expériences et Appareil du docteur Graperon, pour isoler les résultats de l'action galvanique sur les liquides.

Tous ceux qui s'étaient occupés à rechercher quelle pourrait être l'influence du Galvanisme sur les différentes liqueurs ou secrétions animales, s'étaient contentés de faire plonger, dans la liqueur en expérience, deux conducteurs métalliques venant des deux pôles d'un Electromoteur, et ils avaient observé divers changemens, qu'ils ne manquaient pas d'attribuer à l'action galvanique. Le docteur Graperon, remarquant, avec autant de raison que de sagacité, que ces effets étaient confondus, et qu'ils pouvaient être produits les uns par les autres,

ou se nuire réciproquement, que l'oxide troublait la liqueur, la colorait, agissait chimiquement sur elle, etc., chercha les moyens de séparer ces divers effets, de les isoler, et d'appliquer séparément à un fluide l'effet de l'oxidation, celui du dégagement de l'air, ou bien la seule influence du courant galvanique. Et il y parvint par le moyen de l'appareil le plus simple.

Description. *S T* (*fig.* 121), sont deux tubes recourbés en forme de syphon à trois branches. *V* est un vase de cristal ou de porcelaine, destiné à recevoir la liqueur que l'on veut galvaniser. *c z* sont deux fils de métal qui doivent servir de conducteurs.

Usage. On rempli d'eau pure chacun des syphons *S T*; on ferme imparfaitement l'ouverture, qui doit plonger dans le vase, avec un morceau de papier mouillé, qui, sans empêcher la communication, suffit pour prévenir le mélange. La liqueur destinée à l'expérience étant dans le vase, on place les deux tubes, ainsi préparés, un de chaque côté et vis-à-vis, et l'on élève la liqueur à galvaniser jusqu'à ce qu'elle touche à la branche qui est dans le vase. Dans l'ouverture qui est au-dehors, on met un des fils conducteurs *c z* pour chaque syphon, et

l'on

l'on fait communiquer le fil *z* avec le bouton *P* de l'Electromoteur (*fig.* 89), et *c* avec le bouton *N*.

Effets. L'oxidation et le dégagement du gaz ont lieu dans les tubes recourbés, et ne peuvent produire aucun effet sur la liqueur placée dans le vase, qui n'est absolument exposée, par ce moyen, qu'à la seule influence du courant galvanique. Les premières expériences du docteur Graperon prouvèrent bientôt combien il était nécessaire d'avoir recours au moyen qu'il emploie, pour discerner l'effet immédiat du galvanisme, dans les effets secondaires de la galvanisation.

De l'urine du matin, galvanisée pendant 30 heures, ne lui offrit aucun phénomène différent de celle qu'il avait mise exprès dans un autre verre, et qui fut toujours placée dans les mêmes circonstances, à l'exception du galvanisme. Les dépôts se manifestèrent en même-tems dans l'urine galvanisée et dans celle qui ne l'était pas; il en fut de même pour les signes de putréfaction; il n'apperçut aucune différence, quoiqu'il les ait gardées huit jours pour en suivre la décomposition.

Deux tasses de lait, dont une fut galvanisée pendant dix heures, ne lui offrirent aucune dif-

férence dans la formation de la crême à la surface, dans la coagulation, etc. Mais ayant introduit du lait au lieu d'eau dans le syphon, auquel appartenait le conducteur oxidable, il le vit se coaguler et se colorer en vert par l'oxide de cuivre; tandis que celui qui était dans la tasse ne présentait aucun de ces changemens.

On voit, par ces expériences, que tout ce qu'avaient fait, jusqu'ici, les physiciens et les chimistes, pour reconnaître l'influence du Galvanisme sur les liqueurs animales, est à-peu-près à recommencer; puisqu'ils ont regardé comme effets immédiats de l'action de ce fluide, ce qui n'appartenait qu'aux effets secondaires.

§. III.

Des Appareils à décaper.

Pour peu que l'on s'occupe de Galvanisme, on est bientôt arrêté, ou du moins retardé dans ses expériences, par la nécessité de nettoyer les disques oxidés. 60 ou 80 couples de disques à nettoyer, pièce à pièce, demandent un tems considérable, et le zinc est si difficile à bien remettre au brillant, qu'il n'est guères d'ouvrier qui n'y perde sa patience. Ce sera donc un vrai service, que de diminuer l'embarras de cette

opération. Je ne connais que deux moyens imaginés jusqu'ici, dans ce but, l'un par M. Lagrave et l'autre par M. Dumotiez.

A.

Décapeur de Lagrave.

Description *A B* (*fig.* 123), est une pièce de bois d'un demi-décimètre d'épaisseur, et formant un carré long de 5 décimètres sur 4. On a pratiqué, dans son épaisseur, des rainures du diamètre des pièces à décaper, et d'une profondeur un peu moindre que l'épaisseur de ces pièces.

C R (*fig.* 123), est une pièce de bois des mêmes dimensions, garnie à sa surface inférieure d'un cuir très-fort, ou mieux encore d'une pierre à rémouleur. A la surface supérieure de cette même pièce, sont deux poignées en bois pour pouvoir la saisir et la remuer aisément.

Usage. On commence par arranger, dans les rainures de la pièce *A B*, tous les disques à décaper. On les recouvre d'un peu de sablon bien fin, et après avoir placé dessus, la pièce *C R*, on la fait mouvoir en tout sens.

Effets. Le poids de cette pièce superposée, et la disposition de tous ces disques, fait qu'ils sont

nettoyés promptement et à-la-fois; mais il faut, pour cela, qu'ils soient si bien ajustés, que l'un ne soit pas plus élevé que l'autre, sans quoi, la pièce *C R* ne peut produire d'effet que sur le disque saillant. Or, cet ajustement me paraît bien difficile.

D.

Décapeur de Dumotiez.

Description. C M (*fig.* 124), est une châsse en cuivre, d'un centimètre et demi d'épaisseur. Au milieu de sa traverse, est solidement fixée une forte tige coudée, de même métal et garnie d'une vis de pression *p*. Les deux montans de cette châsse sont percés, à leur extrémité, pour recevoir, d'un côté, l'axe d'une poulie oblongue *T*, dont l'extrémité *g* est garnie d'une boîte en cuivre destinée à recevoir la molette *m*. Cette molette est de bois, sur lequel on a cloué une rondelle de cuir ou de feutre.

B N (*fig* 125), est une autre boîte en cuivre fixée sur un manche de bois, et portant dans l'épaisseur du cercle dont elle est formée, deux petites vis de pression *pp*.

Usage. On commence par établir solidement, sur une table quelconque, la châsse *C M*, en prenant le bord de cette table, entre la tra-

verse et la vis de pression *p*. On fixe la molette *m*, dans la boîte *C*, qui est garnie de trois pointes pour cet effet. On place la pièce à nettoyer dans la boîte *B N*, et après l'y avoir fixée par les vis de pression *p p*, on la présente à la molette, sur laquelle on a mis un peu de sablon humecté. On pousse ainsi cette pièce contre la molette, tandis qu'on fait tourner vivement celle-ci par le moyen d'un archet, dont la corde est passée autour de la poulie.

Effets. Le disque de métal est nettoyé assez promptement, alors il faut le remplacer par un autre. Tous ces placemens et déplacemens se font assez vite, par le moyen d'une des vis; et cet instrument, d'ailleurs peu dispendieux, rend l'opération totale un peu plus prompte et plus commode; mais il ne doit pas dispenser d'en chercher encore une plus expéditive et plus sûre.

FIN.

ERRATA.

Pag. 47, ligne dernière, au lieu de (*fig.* 23), *lisez* (*fig.* 27.)
180, au lieu de Humpry-Davy, *lisez*, Humphry-Davy.

Fig. 107.

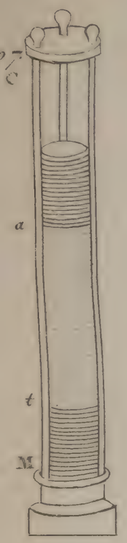


Fig. 108.

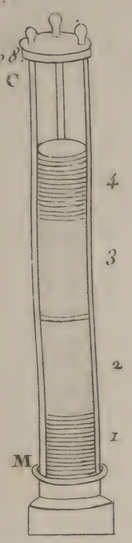


Fig. 109.

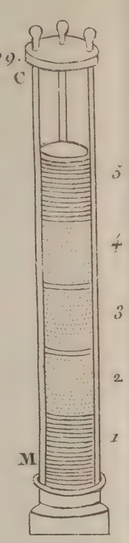


Fig. 110.

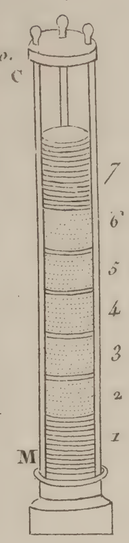


Fig. 111.

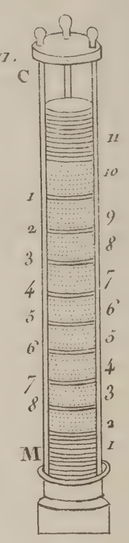


Fig. 112.

Fig. 113.

Fig. 115.

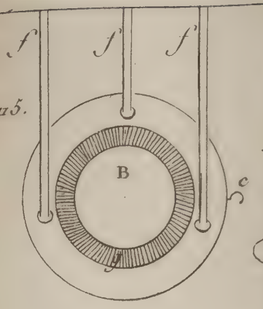


Fig. 116.

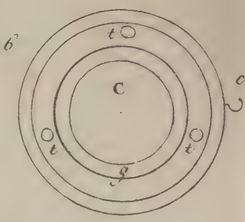


Fig. 114.

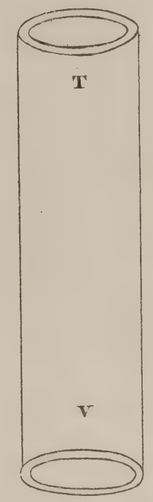


Fig. 117.

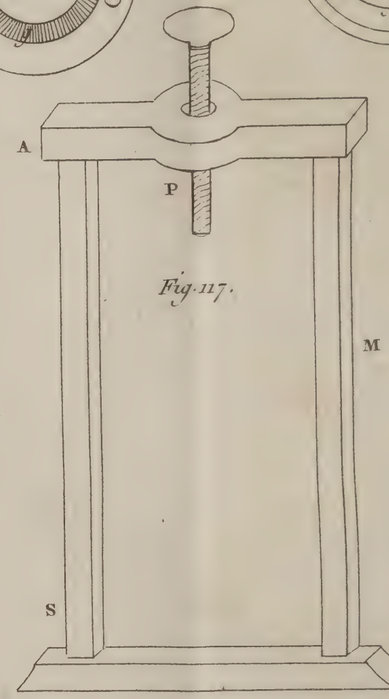


Fig. 118.

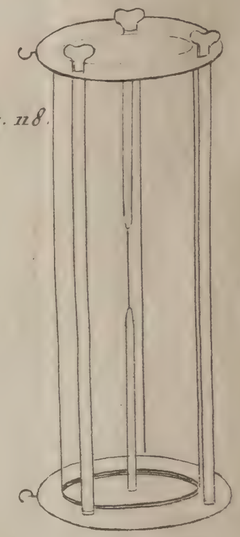


Fig. 121.

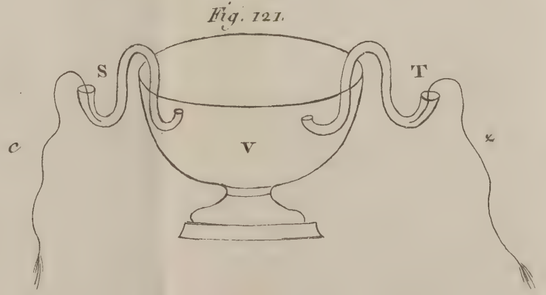


Fig. 122.

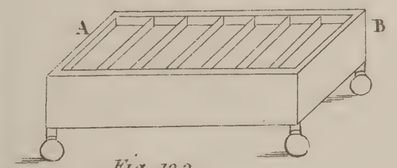


Fig. 123.

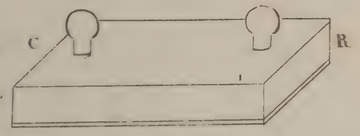


Fig. 124.

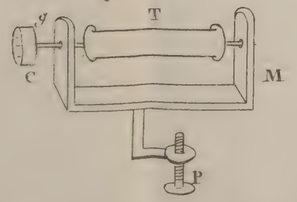


Fig. 125.

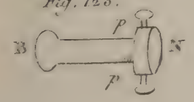


Fig. 120.

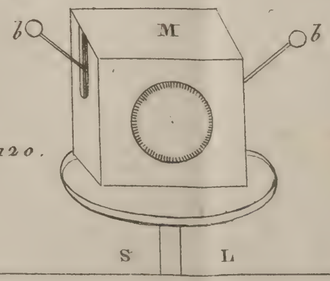


Fig. 119.

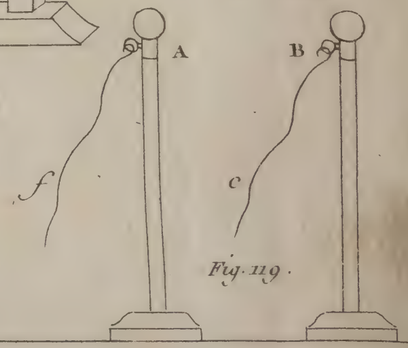


TABLE DES MATIÈRES.

Epître Dédicatoire, pag. i
Discours préliminaire. v

SECTION PREMIERE.

*Origine et progrès du Galvanisme, jusqu'à la découverte de l'*Electromoteur *de* Volta. p. 1

ART. I^er^. *Des effets galvaniques connus avant la découverte de* Galvani.

§. I^er^. *Expérience de Sulzer.* 3
—— II. *Expérience de Cotugno.* 4

ART. II. *Faits et expériences qui conduisirent Galvani à la découverte principale qui porte son nom.* 6

Manière de préparer les grenouilles pour ces sortes d'expériences. 7

Expériences 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 *et* 12. 10

ART. III. *Expériences galvaniques antérieures à la découverte de l'Electromoteur de Volta.* 19

§. I. *Phénomènes galvaniques par les armatures hétérogènes.* 22

Suite des expériences de Galvani, 13, 14, 15, 16 *et* 17. 23

Remarques sur ces expériences. 24

—— II. *Phénomènes galvaniques produits par des armatures homogènes.* 26

Expériences 18, 19 *et* 20. 27

—— III. *Phénomènes galvaniques indépendans des métaux, et par le seul contact des substances animales du nerf au muscle. — Exp.* 21 *et* 22. 29

—— IV. *Effets galvaniques obtenus par le contact immédiat d'un nerf mis à nu, avec un muscle du membre auquel ce nerf appartenait. — Exp.* 23, 24, 25, 26 *et* 27. 31

Observations sur ces expériences. 34

SECTION DEUXIEME.

De l'Electromoteur de Volta.

Appareils et expériences qui le conduisirent à cette découverte. 36

ART. I. *Expériences de Volta sur les effets électriques résultans du contact des métaux hétérogènes.* 40

Description des appareils et exp. 1. 41

Observations sur cette expérience et sur les appareils. 42

Moyens de reconnaître le bon état d'un électromètre. 45

Description du condensateur. 47

Expériences 2, 3, 4, 5, 6 *et* 7. 48

Objections de Gautherot et de quelques physiciens, sur les résultats des expériences de Volta. 56
Expériences faites à la Société Galvanique, 1, 2 *et* 3. 57
ART. II. *Des appareils électromoteurs.* 60
§. I. *De l'appareil à couronne de tasses.* 61
— II. *De l'appareil torpillaire ou à colonne.* 62
Manière de monter cet appareil. 63

SECTION TROISIEME.

Des divers appareils employés jusqu'ici, tant pour étudier que pour varier les effets de l'Electromoteur de Volta. 65
ART. I. *Expériences et appareils pour l'examen des effets physiques de l'Electromoteur.* 66
§. I. *Expériences et appareils pour reconnaître l'état électrique de chaque extrémité de l'Electromoteur.* 67
Description du condensateur en bois. 68
Usage de cet instrument. 69
Description de la balance électrique de Coulomb. 70
Principes d'après lesquels cet appareil fut construit. 72
Usage de cet appareil. 74

Usage des deux appareils pour apprécier la tension électrique des différentes parties de l'Electromoteur. 75
Observations sur ces moyens d'apprécier la tension électrique. 76
Usage des mêmes appareils, pour reconnaître l'espèce d'électricité produite à chaque extrémité de la colonne. 79
— II. *Expériences et appareils pour démontrer les attractions et répulsions galvaniques.* 80
Appareils et expériences de Galvani. 83
Appareils et expériences de Ritter. 84
— III. *Expériences et appareils pour obtenir les effets lumineux.* 87
— IV. *Expériences et appareils pour reconnaître la célérité du courant galvanique.* 88
— V. *Appareils et expériences pour examiner la faculté conductrice de l'effet galvanique dans différentes substances.* 89
Observations et recherches sur la propriété conductrice de la flamme pour le Galvanisme. 90
Expériences et appareil de Camille Galvani. 91
——————— *et assertions de Humboldt.* 92
——————— *et assertions de Gautherot.* 95
——————— *de la Société Galvanique.* 96
——————— *et assertions d'Aldini.* 97

Réflexions sur ces diverses expériences et sur les conséquences que leurs auteurs en ont tirées. 99

Expériences de l'Auteur. — Description de son appareil. 100

Expériences 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 *et* 10. 101 *et suiv.*

— VI. *Appareil pour examiner la transmission du Galvanisme par le vide.* 108

Expériences des auteurs du Journal du Galvanisme. 111

Expériences de l'auteur, 2, 3, 4 *et* 5. 113

— VII. *Expériences et appareils pour examiner l'action d'un Electromoteur dans le vide.* 118

— IX. *Appareil pour reconnaître l'action du Galvanisme sur la polarité d'une aiguille aimantée.* 120

— X. *Expériences et appareils pour reconnaître l'existence d'une atmosphère galvanique.* 121

ART. II. *Des appareils propres à faire connaître les effets chimiques de l'Electromoteur.* 126

§. I. *Des effets chimiques de l'Electromoteur, observés sur les pièces mêmes qui le constituent. — Exp.* 1, 2 *et* 3. 127

— II. *Des effets chimiques de l'Electromoteur, sur les substances soumises à son action.* 129
Appareil pour soumettre les substances gareuse à l'action dans l'Electromoteur. 130
Autre appareil, proposé par l'auteur, pour le même objet. 132
Appareil pour soumettre les liquides à l'action galvanique. 134
Appareil pour la décomposition de l'eau. 135
——— *de Wollaston.* 137
——— *de Pittaro et d'Aldini.* 138
Observations sur cet appareil. 139
Appareil pour soumettre à l'action du Galvanisme les liquides plus compliqués. 141
Appareil d'Aldini pour le même objet. Ibid.
——— *pour soumettre au Galvanisme les substances solides.* 143
Expérience et appareil de B. Mojon, pour reconnaître l'influence galvanique dans la putréfaction. Ibid.
Observations sur les expériences de Mojon. 144
ART. III. *Des appareils propres à l'examen des effets physiologiques de l'Electromoteur.* 147
Appareil pour soumettre à l'action galvanique telle partie du corps que l'on voudra. 148

SECTION QUATRIEME.

Des différentes constructions de l'Electromoteur. 152
ART. I. *Des modifications faites à l'Electromoteur de Volta, pour en rendre l'usage plus facile.* 154
§. I. *Pile portative de Volta.* Ibid.
— II. *Auge ou cuve galvanique de Cruikshank.* 157
Observations sur cet appareil. 159
— III. *Appareils proposés par Aldini.* 160
Electromoteur à godets. Ibid.
Second appareil d'Aldini. 163
Observations sur ces appareils. 164
ART. II. *Des modifications faites à l'Electromoteur de Volta, pour en augmenter les effets.* 165
§. I. *De l'appareil à larges plaques de MM. Fourcroy, Vauquelin et Thenard.* 167
Premier usage de cet appareil. Ibid.
Second usage de cet appareil. 170
— II. *Du grand appareil galvanique de Pepys.* 171
Effets de cet appareil. 174
ART. III. *Des modifications faites à l'Electromoteur de Volta, pour augmenter la durée de son action.* 176

§. I. *Piles de Gautherot, à un seul métal et et sans métaux.* 177
— II. *Pile sèche de Hachette et désormes.* 179
— III. *Divers appareils galvaniques de Humphry-Davy.* 180
Première combinaison. 182
Deuxième combinaison. 183
Troisième combinaison. 184
Electromoteur chimique d'Humphry-Davy. 186
— IV. *Appareil à barils du docteur Hauff.* 187
— V. *Appareil d'Allizeau.* 190
Nouvel appareil d'Allizeau. 199

SECTION CINQUIEME.

Des Galvanomètres. 203
ART. I. *Des Galvanomètres fondés sur l'action des extrémités d'un Electromoteur sur les corps légers.* 205
§. I. *Appareil et expériences galvanoscopiques d'Erman.* Ibid.
Premier appareil. 206
Second appareil. — Expériences 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 *et* 8. 207
Expériences électroscopiques. 213
— II. *Galvanomètre de Pepys.* 235
ART. II. *Des Galvanomètres par la décomposition de l'eau.* 237
§. I. *Galvanomètre de Robertson.* Ibid.

— II. *Galvanomètre du docteur Graperon.* 239
Mode de graduation employé par l'auteur de ce Galvanomètre. 241
Usage et effets de cet appareil. 245

SECTION SIXIEME.

Des appareils secondaires. 246
ART. I. *Des appareils secondaires* de Recherche. 249
§. I. *Premier appareil à charger, présenté par* Gautherot, *en ventose an* 9. 250
Deuxième Expérience de Gautherot. 253
— II. *Expériences d'Erman.* 254
— III. *Expériences et appareil à charger, de Ritter.* 255
Modifications de la Pile à charger. 261
I.re CLASSE. *Des piles à charger d'un seul métal.* 262
N.° I. *Colonne à* 3 *masses.* Ibid.
— II. *Colonne à* 4 *masses* (une intercallation). 264
— III. *Colonne à* 5 *masses* (2 intercallations). 265
— IV. *Colonne à* 7 *masses* (4 intercallations). Ibid.
— V. *Colonne à* 11 *masses* (8 intercallations). 266
— VI. Maximum de l'effet chimique. *Colonne à* 19 *masses* (16 intercallations). 267

— VII. *Colonne à 32 intercallations.* 268
— VIII. *Colonne à 64 intercallations.* 269
— IX. Maximum de l'effet physiologique. *Colonne à 128 intercallations.* 270
— X. *Colonne à 256 intercallations.* Ibid.
II.e Classe. *Des Piles à charger à deux métaux.* 271
A. *Pile primitive, rendue inactive par adossement.* 272
B. *Pile primitive, rendue inactive par la disposition particulière de ses élémens.* 273
C. *Pile à deux métaux, rendus inactifs par leur séparation.* 275
III.e Classe. *Des piles secondaires à larges plaques.* 277
§. IV. *Expériences et appareil de N. M.* Chompré. 280
Art. II. *Appareils secondaires d'application.* 285
§. I. *Appareil d'Aldini pour l'application du Galvanisme au corps humain.* Ibid.
— II. *Expériences et appareil du docteur Graperon, pour isoler les résultats de l'action galvanique sur les liquides.* 287
— III. *Des appareils à décaper.* 290
Décapeur de Lagrave. 291
Décapeur de Dumotiez. 292

FIN DE LA TABLE.